



TUGAS AKHIR – TM 145648

**PENYEMPURNAAN MESIN PRESSCARANG MAS APEL
KAPASITAS 9 BIJI/SIKLUS DENGAN SISTEM
PNEUMATIK**

**VIWALDI IQBAL
ASHAR
NRP.10211400010001**

**ADI BAYU
RAMADHAN
NRP.10211400010015**

**Dosen Pembimbing
Ir.Arino Anzip,M.Eng.Sc**

**DEPARTEMENTEKNIK MESIN INDUSTRI
KERJASAMA ITS – DISNAKERTRANSDUK SURABAYA
JAWA TIMUR
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT – TM 145648

**REFINEMENT OF PRESS MACHINE BLEEDING APPLE
MAS CAPACITY 9 SEED/CYCLE WITH PNEUMATIC
SYSTEM**

**VIWALDI IQBAL
ASHAR
NRP.10211400010001**

**ADI BAYU
RAMADHAN
NRP.10211400010015**

**Counsellor Lecturer
Ir.Arino Anzip,M.Eng.Sc**

**DEPARTMENT OF INDUSTRY MECHANICAL
ENGINEERING
COOPERATION ITS - DISNAKERTRANSDUK
SURABAYA EAST JAVA
Faculty of Vocational
Sepuluh Nopember institute of technology
Surabaya 2018**

**PENYEMPURNAAN MESIN PRESS CARANG MAS
APEL KAPASITAS 9 BIJI/SIKLUS DENGAN SISTEM
PNEUMATIK**

TUGAS AKHIR

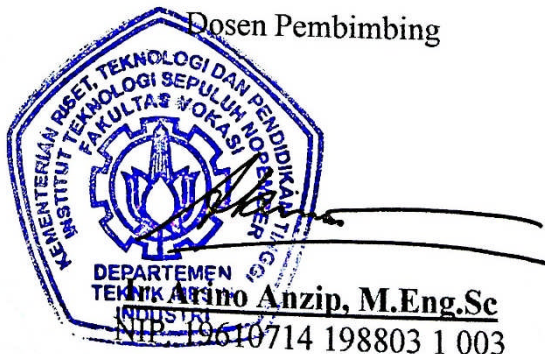
Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Ahli Madya (A.Md)
Pada bidang studi pneumatik dan hidrolik
Program Studi Diploma III
Departemen Teknik Mesin Industri Kerjasama
ITS –Disnakertransduk
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

1. **Viwaldi Iqbal Ashar** NRP. 10211400010001
2. **Adi Bayu Ramadhan** NRP.10211400010015

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing



SURABAYA
JULI 2018

PENYEMPURNAAN MESIN PRESSCARANG MAS APEL KAPASITAS 9 BIJI/SIKLUS DENGAN SISTEM PNEUMATIK

<i>Nama Mahasiswa</i>	<i>: ViwaldiIqbalAshar</i>
<i>NRP</i>	<i>: 10-2114-0001-0001</i>
<i>Nama Mahasisa</i>	<i>: AdiBayuRamadhan</i>
<i>NRP</i>	<i>: 10-2114-0001-0015</i>
<i>Jurusan</i>	<i>:Departemen TeknikMesin Kerjasama Disnaker-ITS</i>
<i>Dosen Pembimbing</i>	<i>: Ir. Arino Anzip,M .Eng.Sc</i>

Abstrak

UKM Love Apel merupakan produsen carang mas berbahan dasar apel yang memiliki berbagai tahapan dalam proses produksi pembuatan carang mas apel, salah satunya adalah pada proses pencetakan. Pada proses tersebut UKM.Love apel masihmelakukan pencetakansecara manual. Dengan menggunakan cetakan kue kentang kemudian di tekan dengan tangan. Proses tersebut masih kurang efisien dan efektif yang mana hanya mampu memproduksi 450 biji carang mas dalam1 hari, dan juga masih jauh dari kata aman karena pada saat peroses penekanan carang mas apel dalam kondisi panas dapat melukai tangan operator.

Berdasarkanurvey pada proses manual maka dibuat mesin pencetak carang mas apel dengan sistem pneumatik. Bertujuan menghasilkan konsep dan rancangan sistem yang efisien, mudah, aman dan berkualitas pada mesin pencetak carang mas apel serta menyusun standart prosedur operasional melalui perhitungan. Sehingga menjadikan mesin pencetak carang mas apel berbasiskan teknologi.

Padamesin pencetak carang mas apel ini, jumlah produk mesin ini dapat memproduksi setidaknya 9 biji dengan durasi waktu 4 menit dibandingkan dengan proses manual yang membutuhkan 5 menit untuk 9 biji. Alat ini menggunakan 1 silinder pneumatic dengan diameter silinder 25mm dan gaya 20 N. Bantalan cetakan memiliki dimensi 200x200 mm Material yang digunakan yaitu stainless steel. untuk frame yaitu plat baja tipe st 40 dengan ukuran 350x738x8mm. Mesin pencetak carang mas apel dengan menggunakan sistem pneumatik ini dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas industri kecil menengah

Kata kunci: bantalan cetakan, cetakan, carang mas apel, Pneumatik

REFINEMENT OF PRESS MACHINE BLEEDING APPLE MAS CAPACITY 9 SEED/CYCLE WITH PNEUMATIC SYSTEM

The name of the Students : Viwaldi Iqbal Ashar
NRP : 10-2114-0001-0001
The name of the students : Adi Bayu Ramadhan
NRP : 10-2114-0001-0015
Directions : Departement Of Mechanical
Engineering Cooperation
Disnaker ITS
A thesis advisor : Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc

Abstract

UKM Love Apel is a manufacturer of carang mas made from apple that has various stages in the production process of making carang mas apel, one of which is on the forming process. In that process the apple UKM.Love is still printing manually. Using a potato cake then pressed by hand. The process is still less efficient and effective which only able to produce 450 seeds of goldfish in one day, and also still far from the word safe because at the time peroses suppression of hot apple masses in hot conditions can hurt the hands of operators.

Based on survey the manual process, then made a machine with apple plywood apple. Aims to produce the concept and design of an efficient, easy, safe and quality system on the apple's apple chromating machine and compile standard operating procedures through calculation. So as to make a machine of apple-based mas apple.

In this apple chopping machine, increases the amount of production. This machine can produce at least 9 seeds with a

duration of 4 minutes compared to a manual process that takes 5 minutes to 9 seeds. This tool uses 1 pneumatic cylinder with 25mm diameter cylinder and force 20 N. The mold bearings have dimension 200x200 mm The material used is stainless steel. for frames ie st type steel plate 40 with size 350x738x8mm. This carang mas apple forming machine using this pneumatic system can improve the quality and productivity of small and medium industries

Key Words: *pads mold, mold, carang mas apel, pneumatics*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena atas ramat dan hidayahnya-Nya, tugas akhir yang berjudul “**Penyempurnaan mesin press carang mas apel kapasitas 9 biji/siklus dengan sistem pneumatik**” ini dapat disusun dan diselesaikan dengan lancar.

Penelitian yang kami lakukan dalam rangka menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir yang merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi D3 Departemen Teknik Mesin Industri Kerjasama Disnakertransduk Fakultas Vokasi - ITS, sesuai dengan kurikulum yang telah ditetapkan. Selain itu penelitian ini juga merupakan suatu bukti nyata yang diberikan almamater dalam rangka pengabdian masyarakat dalam bentuk teknologi tepat guna.

Banyak pihak yang telah membantu selama pengerjaan penelitian ini, oleh karena itu pada kesempatan ini kami sampaikan tarima kasih kepada :

1. Bapak **Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc** dosen pembimbing mata kuliah Tugas Akhir Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada kami.
2. Bapak **Jiwo Mulyono, S.Pd** selaku koordinator program studi D3 Teknik Mesin di UPT-PK Disnakertransduk Surabaya.
3. Bapak **Ir. Suhariyanto, MT** selaku koordinator mata kuliah tugas akhir.

4. Bapak **Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT** selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri yang telah memberikan bimbingan.
5. Bapak Dosen tim penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan dan pengembangan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staf pengajar Departemen D3 Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi-ITS, yang telah memberikan ilmunya dan membantu selama menimba ilmu di bangku kuliah.
7. Bapak dan Ibu tercinta beserta kakak, adik, anggota keluarga, dan orang - orang yang kami cintai atas doa dan dukungannya.

Semoga segala keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang terbaik dari Tuhan Yang Maha Esa, Amin..

Karena keterbatasan waktu dan kemampuan penulis, sebagai manusia biasa kami menyadari dalam penulisan ini masih terdapat beberapa kesalahan, keterbatasan, dan kekurangan. Oleh karena itu, kami mengharap kritik dan saran membangun sebagai masukan untuk penulis dan kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga dengan penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan, mahasiswa D3 Teknik Mesin Kerjasama Disnakertransduk Fakultas Vokasi - ITS pada khususnya.

Surabaya, 15Juli2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Perumusan masalah	3
1.3 Batasan masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Sistematika penulisan	5
1.6 Manfaat	6
1.7 Target luaran	6
BAB II TINJAUAN TEORI	
2.1 Penelitiansebelumnyayang berhubungandengantugasakhir	7
2.2 Carang mas apel.....	7
2.3 Proses pencetakan carang mas apel	8
2.2.1 Proses pencetakan carang mas apel secara manual	8
2.4 Forging.....	11
2.3.1 Proses forging	11
2.3.2 Jenis-jenis proses forging	12
2.5 Sistem pneumatik.....	14
2.4.1 Persamaan dasar pneumatik	14
2.4.2 Sistem kontrol pneumatik	16
2.4.3 Ciri-ciri pneumatik	17
2.4.4 Komponen-komponen pneumatik.....	19
BAB III METODOLOGI	
3.1 Observasi lapangan	34

3.2Study literatur	35
3.3Mendapatkan data	39
3.4Skesta Alat	40
3.5Perhitungan	40
3.6Perencanaan alat	41
3.6.1Perencanaankomponenalat	41
3.6.2Dimensialat.....	47
3.7Pengujian alat.....	48
3.7.1Cara kerjaalat	49
3.8Pembuatan laporan.....	49
BAB IV PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN	
4.1Perencanaan teknik forging	51
4.2Perencanaan komponen pneumatik.....	53
4.2.1 Perencanaan aktuator silinder	53
4.2.2 Perencanaan diameter pipa	58
4.2.3 Perencanaan FR	61
4.2.4 Perencanaan valve	61
4.2.5 Perencanaan kompresor	62
4.3 Perencanaa system pneumatik carang mas	62
4.3.1 Diagram sirkuit pneumatik	62
4.3.2 Diagram Notasi silinder kerja	63
4.3.3 Diagram gerak langkah silinder	63
Data hasilujicobaalat	64
BAB VKESIMPULAN DAN SARAN	
5.1Kesimpulan	67
5.2Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1.1 Produk carang mas apel	2
GAMBAR 1.2 Proses pencetakan	3
GAMBAR 2.1 Alat Sebelumnya	7
GAMBAR 2.2 Open die forging	12
GAMBAR 2.3 Close die forging	13
GAMBAR 2.4 Impression die forging	13
GAMBAR 2.5 Ilustrasi Hukum Pascal	14
GAMBAR 2.6 Ilustrasi Hukum Boyle Mariote	16
GAMBAR 2.7 Full pneumatik controller	17
GAMBAR 2.8 FR	21
GAMBAR 2.9 One way flow control valve	24
GAMBAR 2.10 Tipemeter in dan tipemeter out	25
GAMBAR 2.11 Valve 5/2 single pilot dan diagram	25
GAMBAR 2.12 Double acting cylinder	27
GAMBAR 2.13 Simbol Double Acting Cylinder	27
GAMBAR 3.1 Diagram alir atau flowchart	33
GAMBAR 3.2 Kondisi UKM	35
GAMBAR 3.3 Uji Coba Mencari Gaya Tekan Untuk Mencetak	36
GAMBAR 3.4 Carang Mas Sebelum di Cetak dan Sesudah di cetak	38
GAMBAR 3.5 Sket Desain Alat	40
GAMBAR 3.6 Sket Desain Isometri	41
GAMBAR 3.7 Gambar Alat	42
GAMBAR 3.8 Kerangka	43
GAMBAR 3.9 Pneumatic double acting	43
GAMBAR 3.10 FR	44
GAMBAR 3.11 DCV 5/2 single pilot	44
GAMBAR 3.13 Push button	45
GAMBAR 3.14 Pengarah bantalan cetakan	45
GAMBAR 3.15 Bantalan cetakan (Punch)	46
GAMBAR 3.16 Matras cetakan (dies)	46
GAMBAR 3.17 Stopper	47

GAMBAR 4.1 Bantal cetakandanmassacarang mas	51
GAMBAR 4.2 Diagram Sirkuit Pneumatik	63
GAMBAR 4.3 Diagram Notasi Silinder	63
GAMBAR 4.4 Diagram Gerak Langkah Silinder	64
GAMBAR 4.6 Hasil Pengujian Alat	66

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1 Proses pencetakan carang mas apel	9
TABEL 3.1 Percobaan Gaya Tekan	36
TABEL 3.2 PerencanaanDimensiAlat	48
TABEL 4.1 UjiCobaUntukMencari Gaya.....	52
TABEL 4.2Hasil Pengujian Alat.....	64
TABEL 4.3 HasilLoading Uji Alat	64
TABEL 4.4 Hasil Forging UjiAlat	65
TABEL 4.5 HasilUnloading UjiAlat.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kata apel berasal dari bahasa inggris kuno *aeppel*. Buah apel sendiri telah ada dan menjadi komoditi manusia lebih dari 400 tahun. Dari sejak jaman besi hingga dibudidayakan di jahirah Mesir. Abad pertama masehi pada masa Romawi saja telah terdaftar sekitar enam varietas apel salah satunya yaitu apel malang.

Apel dan Malang memiliki keterkaitan yang sangat kuat, karena apel adalah buah khas dari kota Malang, orang berkunjung ke Malang mayoritas mencari apel atau olahan apel sebagai oleh-oleh. Karena khasnya, kota malang adalah Apel maka UKM di daerah pujon mulai mengembangkan olahan apel. Dengan kreativitasnya apel malang di olah menjadi yang namanya Carang mas apel.

UKM ini sangat menjanjikan untuk dikembangkan, terutama di daerah pujon yang memiliki potensi untuk terus mengembangkan usahanya. UKM Love Apel , sebuah industri kecil menengah yang beralamat di Dsn Bengkaras Rt. 17 Rw. 02, Desa. Madiredo, Kec. Pujon, Kab. Malang. Selama ini, UKM Love apel telah banyak menjual produknya hampir diseluruh kota di Jawa timur.



Gambar 1.1 Produk Carang Mas Apel

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di UKM Love apel, kami menemukan satu permasalahan dalam proses pembuatan produk carang mas apel dimana pada proses pembuatan carang mas selama ini yang dilakukan oleh UKM Love apel sangat tradisional dan serba manual dimulai dengan mengupas apel dengan pisau, memasrah apel malang dengan parutan manual berbahan stainless steel, mengurangi kadar air apel malang dengan di pres secara manual berbahan kayu lalu di duduki seseorang yang memakan waktu 2-3 jam agar saat proses penggorengan tidak memakan waktu lama, setelah di pres kemudian di beri tepung sedikit agar tidak lengket saat di goreng. Pada saat penggorengan baru di beri air gula dan dilakukan pengadukan di dalam wajan secara terus-menerus, dan didapat carang berubah warna menjadi kecoklatan. Setelah carang tersebut berubah menjadi warna barulah carang ditiriskan ke tempat penirisan sementara. Kemudian carang yang ditiriskan tadi dimasukkan ke tempat pencetakan yang telah disiapkan, Pada proses inilah carang tersebut dibentuk dengan menggunakan tangan, setelah itu

carang yang dibentuk tadi dimasukkan ke tempat penirisan minyak yang terakhir dalam waktu hingga 10hari agar minyak benar-benar turun. Cara tersebut sangat tidak efisien mengingat banyaknya pesanan yang sering diterima oleh UKM Love apel.



Gambar 1.2 Proses pencetakan

Maka dari itu kami menciptakan sebuah alat dengan sistem Pneumatik Guna Meningkatkan Produktivitas UKM Love apel. Rancang bangun ini dilengkapi dengan satu silinder pneumatik double acting dengan valve 5/2 single pilot, sehingga akan menghasilkan proses pengepresan untuk membentuk carang mas apel yang lebih cepat. Dengan pemakaian rancang bangun ini, diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk di UKM Love apel.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menciptakan mesin press dengan sistem pneumatik sebagai alternatif tepat bagi UKM untuk meningkatkan produktivitas carang mas apel?
2. Berapa gaya pengepresan dan bagaimana mendapatkan perencanaan pemilihan diameter silinder pneumatik yang digunakan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil untuk Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan rangka mesin (sambungan las) dan keseimbangan rangka pada mesin tidak dihitung atau dinyatakan aman.
2. Kekuatan besi rangka tidak di hitung, di bahas, dan dianggap aman

1.4 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menciptakan mesin press untuk mencetak carang mas apel dengan sistem pneumatik sebagai alternatif tepat bagi UKM. untuk meningkatkan produktivitas carang mas apel.
2. Mendapatkan besarnya gaya pengepresan dan bagaimana mendapatkan perencanaan pemilihan diameter silinder pneumatik yang digunakan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang penulisan, permasalahan yang diangkat, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi, sistematika penulisan, dan relevansi.

BAB II Dasar Teori

Membahas tentang teori serta konsep sistem kontrol press pneumatik dan komponen-komponen yang berkaitan dengan mesin press carang mas apel.

BAB III Metodologi

Membahas tentang diagram alir beserta penjelasan, dan menjelaskan prinsip kerja mesin press carang mas apel.

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan

Membahas tentang perencanaan dan perhitungan analisa gaya-gaya dan sistem pneumatik yang terjadi.

BAB V Penutup

Membahas tentang kesimpulan dari hasil analisis dan saran-saran penulis.

1.6 Manfaat

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan produktivitas UKM love apel dengan mempercepat proses pencetakan carang mas apel.
2. Mengurangi resiko kecelakaan kerja pada proses pencetakan.

3. Dapat menghasilkan produk carang mas yang diharapkan dan sesuai permintaan pasar.

1.7 Target Luaran

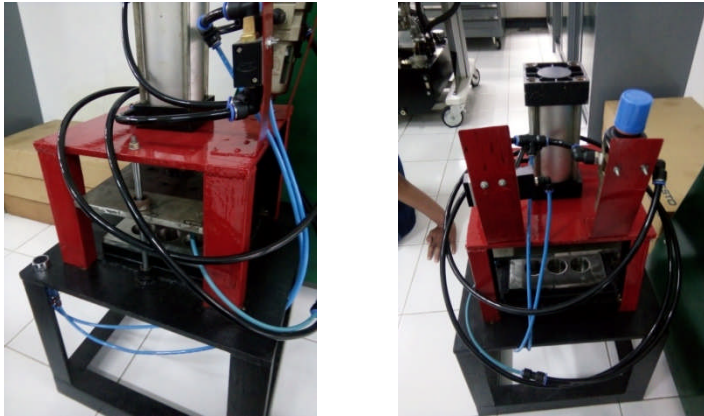
Luaran yang diharapkan dari program kreativitas mahasiswa dan sebagai Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Terciptanya suatu produk mesin untuk mencetak carang mas apel dengan sistem pneumatik yang mudah dioperasikan dan bermanfaat bagi UKM.
2. Mendapatkan *Standard OperationProcedure* (SOP) untuk menjadi pedoman bagi para pelaku UKM.
3. Paten alat dan mendapat artikel ilmiah dengan judul *Mesin press pencetakcarang mas apel dengan sistem pneumatic*

BAB II

TINJAUAN TEORI

2.1 Penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan tugas akhir



Gambar 2.1 Alat Sebelumnya

Kekurangan dari alat diatas adalah

1. Matras berat.
2. Loading dan Unloading memakan waktu lama.
3. Tempat untuk menaruh valve dan FR yang tidak baik.
4. Dimensi cetakan tidak sesuai yang diinginkan.
5. Pengarah hanya ada di kedua sisi saja.

2.2 Carang Mas Apel

Carang mas apel adalah olahan buah apel yang proses mencetaknya dengan cetakan untuk membuat kue lumpur atau kue kentang kemudian di tekan dengan tangan. Proses ini di lakukan ketika bahan baku dalam keadaan

panas setelah di goreng dan di beri air gula. Alat press ini di buat dengan lempengan kecil bahan stainless steel berbentuk lingkaran pada salah satu permukaannya. Selain itu Permukaan press menggunakan bahan teflon dengan alasan bahwa teflon memiliki sifatkuat dan tidak mudah panas, sehingga tidak mudah bengkong saat di lakukan penekanan dan tidak mudah panas karenaterkena minyak goreng dan air gula.

Carang mas apel ini memiliki ciri-ciri antara lain rasanya sedikit ada asamnya dan warnanya coklat muda. Carang mas biasanya terbuat dari ubi dan ketela. Carang mas berbahan ubi atau ketela biasanya warnanya coklat gelap dan rasanya lebih manis.


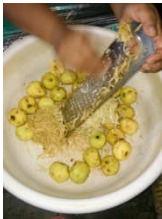


Dalam perancangan mesin press untuk mencetak carang mas apel dengan sistem pneumatik ini dibutuhkan data mengenai gaya tekan yang tidak terlalu kuat. Kekuatan tekan adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menahan gaya yang cenderung menekan terhadap satu bagian dengan bagian yang lain (Anas, 2002). Kekuatan tekan dipengaruhi oleh diameter dan tebal posisi ruas permukaan.





2.3 Proses Pencetakan Carang Mas Apel

2.2.1 Proses Pencetakan Carang Mas Apel SecaraManual

Selama ini, kebanyakan UKM.masih menggunakan cara manual pada proses pencetakan carang mas apel. Proses-proses yang masih dilakukan dalam membuat carang mas apel secara manual adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Proses Pembuatan Carang Mas Apel Secara Manual

No	Gambar	Keterangan
1		Apel
2		Pemarut buah apel
3		Proses Pengurangan kadar air
4		Proses pemberian tepung

5		Proses penggorengan
6		Proses pemberian air gula
7		Proses pencetakan
8		Proses penirisan minyak

9		Proses pengemasan
10		Produk Carang Mas Apel

2.4 Forging

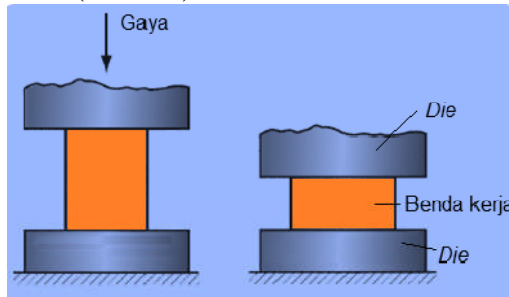
2.3.1 Proses Forging

Forging atau penempaan adalah proses deformasi di mana benda kerja ditekan di antara dua *die* (cetakan). Penekanan dapat dilakukan dengan tekanan kejut atau tekanan berangsur-angsur (perlahan). Proses penekanan tersebut akan menghasilkan bentuk benda kerja yang sesuai dengan apa yang diinginkan. Terdapat dua macam penempaan yaitu :*Hot forging* (*warm forging* dan *Cold forging* (Kalpakjian, 2009).

2.3.2 Jenis-Jenis Proses Forging

1. *Open Die-Forging*

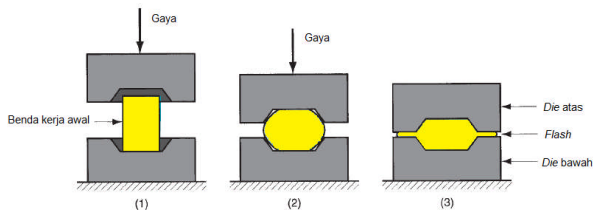
Open-die forging adalah jenis penempaan (*forging*) yang paling sederhana. Proses penempaan jenis ini dioperasikan dengan menekan benda kerja menggunakan dua buah *die* (cetakan) berbentuk rata.



Gambar 2.2 Open Die Forging

2. *Closed Die-Forging*

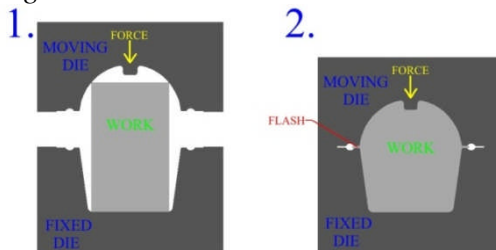
Closed die forging atau *impression die forging* adalah proses penempaan dengan cetakan tertutup yang langsung bisa menghasilkan bentuk benda kerja sesuai yang diinginkan (sesuai gambar kerja). Proses penempaan ini bisa digambarkan dalam tiga tahap. Pertama benda kerja dan *die* saling bersentuhan lalu diberi tekanan. Tahap selanjutnya benda kerja berubah bentuk akibat tekanan.



Gambar 2.3 Closed Die Forging

3. *Impression Die-Forging*

Impression-die forging (atau terkadang disebut *closed-die forging*) adalah proses penempaan dengan cetakan tertutup yang langsung bisa menghasilkan bentuk benda kerja sesuai yang diinginkan (sesuai gambar kerja) atau hampir sesuai yang diinginkan. Walaupun terkadang disebut dengan *closed-die forging*, sebenarnya *impression-die forging* memiliki perbedaan dengan *closed-die forging*. Hal tersebut karena *impression-die forging* masih menghasilkan *flash* (tidak benar-benar tertutup). Di sisi lain, ada proses *closed-die forging* yang benar-benar tertutup. Proses tersebut tidak menghasilkan *flash* dan dikenal sebagai *flashless forging*.



Gambar 2.4. Impression Die Forging

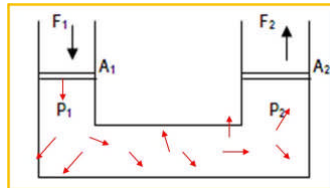
2.5 Sistem Pneumatik

2.4.1 Persamaan Dasar Pneumatik

Sebagai hukum-hukum dasar udara bertekanan, terdapat hukum pascal dan hukum boyle.

a. Hukum Pascal

Tentang perpindahan tekanan statis, terdapat hukum pascal yang secara eksperimen dibuktikan Blaise Pascal. Melalui penelitiannya, pascal berkesimpulan bahwa apabila tekanan diberikan pada fluida yang memenuhi sebuah ruangan tertutup, tekanan tersebut akan diteruskan oleh fluida tersebut ke segala arah dengan besar yang sama tanpa mengalami pengurangan. Berdasarkan hukum pascal ini diperoleh prinsip bahwa dengan gaya yang kecil dapat menghasilkan suatu gaya yang lebih besar.



Gambar 2.5 Ilustrasi Hukum Pascal

Secara analisis sederhana, Hukum Pascal dapat digambarkan seperti pada gambar 2.1. Tekanan oleh gaya sebesar F_1 terhadap pipa 1 yang memiliki luas penampang pipa A_1 , akan diteruskan oleh fluida menjadi gaya angkat sebesar F_2 pada pipa 2 yang memiliki luas penampang pipa A_2 dengan besar tekanan yang sama. Oleh karena itu, secara matematis Hukum Pascal ditulis sebagai berikut:

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} \dots\dots\dots (\text{persamaan 2.1})$$

(Esposito, 2003)

Sehingga tekanan sebesar P akan diteruskan ke segala arah atau ke semua bagian pada sistem, sehingga permukaan A_2 terangkat dengan gaya sebesar:

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \dots\dots\dots (\text{persamaan 2.2})$$

(Esposito, 2003)

Dimana:

F_1 = gaya pada pengisap pipa 1,

A_1 = luas penampang pengisap pipa 1,

F_2 = gaya pada pengisap pipa 2,

A_2 = luas penampang pengisap pipa 2

b. Hukum Boyle

Robert Boyle menyatakan tentang sifat gas bahwa massa gas (jumlah mol) dan temperature suatu gas dijaga konstan, sementara volume gas diubah ternyata tekanan yang dikeluarkan gas juga berubah sedemikian hingga perkalian antara tekanan (P) dan volume (V), selalu mendekati konstan. Dengan demikian suatu kondisi gas adalah sempurna (ideal).

Kemudian hukum ini dikenal dengan Hukum Boyle dengan persamaan:

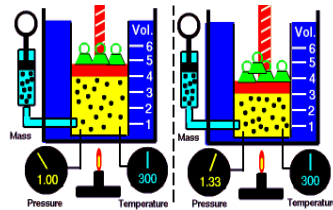
$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{konstan}$$

(Esposito,2003)...(2.3)

Dimana :

P_1 dan P_2 = tekanan 1 dan tekanan 2

V_1 dan V_2 = volume 1 dan volume 2

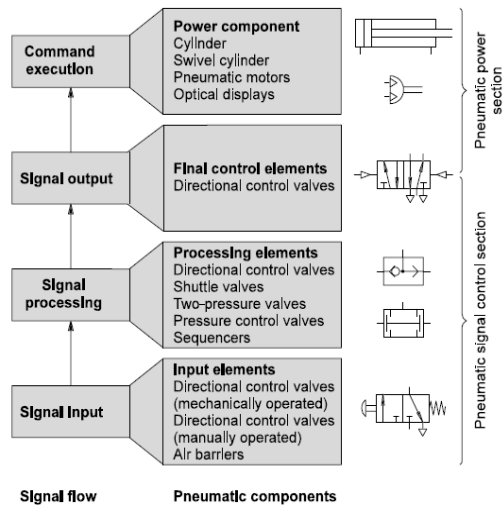


Gambar 2.6 Ilustrasi Hukum Boyle Mariote

2.4.2 Sistem Kontrol Pneumatik

Full pneumatik controller

Dalam sistem full pneumatik *controller* semua gerakan rangkaian peralatan pneumatik dikontrol dengan peralatan pneumatik, sistem ini juga disebut sistem pneumatik murni. Disini rangkaian peralatan pneumatik dapat bergerak karena adanya sinyal udara dari peralatan pneumatik lainnya.



Gambar 2.7 Full Pneumatik controller
(G and D, 2002)

2.4.3 Ciri-Ciri Pneumatik

Pengertian pneumatik meliputi alat-alat penggerakan, pengukuran, pengaturan, pengendalian, perhubungan, dan perentangan yang meminjam (mengambil) gaya dan penggerakannya dari udara mampat.

Persaingan antara alat-alat pneumatik dengan alat-alat mekanik, hidrolik, atau elektrik makin menjadi besar, sering kali sistem-sistem pneumatik diutamakan karena :

1. Paling banyak dipertimbangkan untuk beberapa hal dalam mekanisasi dan otomasi

2. Dapat bertahan lebih baik terhadap keadaan kerja tertentu.

Ciri-ciri pneumatik dapat dilihat dari keuntungannya dibandingkan dengan menggunakan peralatan hidrolik minyak atau peralatan listrik:

1. Fluida kerja yang mudah didapat dan mudah diangkat karena udara dimana saja tersedia dengan jumlah yang tak terhingga dan saluran balik tidak diperlukan karena udara bekas dapat dibuang dengan bebas sedangkan pada sistem elektrik dan hidrolik memerlukan saluran balik.
2. Aman terhadap kebakaran dan ledakan, dalam ruang dengan resiko timbulnya kebakaran, alat-alat pneumatik digunakan tanpa dibutuhkan pengamanan yang mahal dan luas.
3. Rasional (menguntungkan), pneumatik adalah 40-50 kali lebih murah dari pada tenaga otot. Hal yang sangat penting pada mekanisasi dan otomasi produksi serta komponen-komponen untuk peralatan pneumatik tanpa pengecualian adalah lebih murah jika dibandingkan dengan komponen-komponen peralatan hidrolik.
4. Energi pneumatik dihantarkan melalui pipa untuk menjalankan alat-alat mekanik, kecepatan dapat diatur

secara bebas pengontrol dan gaya pendorong diatur oleh valve pengontrol tekanan, dan selang-selang elastik memberi kebebasan pindah yang besar sekali dari komponen pneumatik ini.

5. Sirkuit pneumatik pada umumnya memakai tekanan 6-12 kgf/cm², menghasilkan output yang lebih dari sirkuit hidrolik, maka dari itu lebih cocok untuk pengerjaan ringan (light duty).
6. Udara bertekanan mempunyai tahanan dan resistansi yang kecil terhadap aliran (Flow) dan dapat disalurkan dengan cepat dari pada tenaga hidrolik.
7. Udara kinematik merupakan media kerja yang sangat cepat. Ini memungkinkan kecepatan kerja tinggi untuk dapat tercapai. Dengan komponen-komponen udara kinematik, kecepatan dan daya mampu diubah-ubah secara tak terbatas.

2.4.4 Komponen-Komponen Pneumatik

a. Pipa Pneumatik

Pipa pneumatik ini berhubungan dengan sistem pendistribusian udara dalam pneumatik. Untuk mendistribusikan udara bertekanan dari kompresor ke peralatan pneumatik lainnya maka diperlukan pipa yang berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan.

Pressure Losses Dalam Pipa Pneumatik

Didalam sistem pneumatik, kerugian tekanan pada pipa saluran pneumatik antara udara masuk kompresor hingga udara yang akan masuk ke dalam silinder (aliran terjauh) tidak boleh lebih dari 0,05 bar (Majumdar 1995).

$$\Delta P = \frac{1,6 \times 10^3 \times Q^{1,85} \times L}{d^5 p_1} \dots \dots \dots (\text{persamaan 2.3})$$

(Majumdar, 1995)

Dimana :

ΔP = Pressure Loss (Pa)

L = Panjang pipa saluran (m)

Q = Kapasitas silinder (m^3/s)

P_1 = Tekanan Operasi (Pa)

b. FR

Udara yang dihisap oleh kompresor udara tidak bersih, karena adanya banyak jenis pencemar/pengotor di atmosfer. Untuk menghasilkan udara yang bersih dan bebas dari pencemaran, maka udara yang keluar harus disaring terlebih dahulu. 2 elemen yang ada didalam FR adalah:

1. Air filter
2. Pressure regulator



Gambar 2.8 FR

Air Filter (saringan udara)

Udara diatmosfir yang dikempa oleh kompresor mengandung benda-benda pengotor seperti debu, oli residu, uap basah, dan butiran-butiran halus lainnya. Apabila udara ditekan dengan kompresor, udara kompresi tersebut akan mengandung sejumlah pengotor atau cemaran.

Jika udara yang berisi cemaran tersebut masuk kedalam peralatan pneumatik, dia akan merusak peralatan seperti kedudukan katub, keausan packing dan bagian penggerak lainnya. Penyaring udara kempaian digunakan untuk menghasilkan semua bentuk pengotor yang terkandung dalam udara, sehingga didapatkan yang bersih sebelum didistribusikan keperalatan pneumatik.

Udara yang bertekanan keluar dari tangki penampung akan melalui sebuah on/off valve. Sebelum mencapai jaringan distribusi, udara harus melewati “unit filter” yaitu air filter atau penyaring udara. Udara masuk melalui lubang udara masuk (Air In) pada mangkok kaca (bowl), selanjutnya udara akan melewati elemen filter (filter anyaman kawat) dan liquid separator. Setelah melewati unit filter, akan dihasilkan udara yang bersih dari partikel asap dan kotoran lainnya dan keluar melalui lubang udara keluar.

Regulator (Pengatur Tekanan)

Tekanan udara yang keluar dari kompresor masih mempunyai tekanan yang lebih tinggi dari pada tekanan yang didapat pada bagian-bagian kontrol atau bagian kerjanya. Untuk mengatur

tekanan udara yang didistribusikan ke bagian control dan kerja digunakan regulator (pengatur tekanan) yang biasanya dipasang secara bersatu dengan penyaring udara. Setelah udara keluar dari saringan kemudian masuk pada regulator untuk diatur tekanannya sampai pada batas.

Jadi tujuan daripada regulator adalah untuk menjaga tekanan operasi (tekanan sekunder) sebenarnya tanpa melihat perubahan tekanan dalam saluran (tekanan primer) dan pemakaian udara. Untuk membatasi aliran udara yang masuk ke sistem, dilakukan dengan cara memutar bagian warna biru (lihat gambar 2.7) sehingga tekanan akan sedikit demi sedikit berkurang.

Suatu sistem yang menggunakan tekanan harus mempunyai alat yang bisa mengukur tekanan yang dipakai untuk menjalankan system tersebut, Pressure Gauge pada sistem pneumatik digunakan untuk mengukur tekanan yang digunakan, baik tekanan dari kompresor ataupun tekanan system.

c. Valve

Sistem kontrol pneumatik terdiri dari komponen-komponen sinyal dan bagian kerja. Komponen-komponen sinyal dan kontrol menggunakan rangkaian atau urutan operasi dari bagian kerja, dan disebut katub.

Penggunaan katub dalam pneumatik yaitu untuk mengontrol tekanan, kecepatan aliran dan untuk mengatur arah aliran udara dalam sirkuit pneumatik.

Menurut fungsinya, katub dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

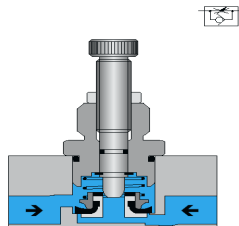
1. Pressure Control Valve (Katub Pengontrol Tekanan)
2. Directional Control Valve (Katub Kontrol Arah)
3. Flow Control Valve (Katub Pengontrol Aliran)
4. Pressure Control Valve (Katup Pengontrol Tekanan)

(Majumdar, 1995)

One Way Flow Control Valve

Speed control valve adalah gabungan dari *throttle valve* dengan *check valve* yang disusun secara paralel. Katub ini juga disebut *one way flow control valve*.

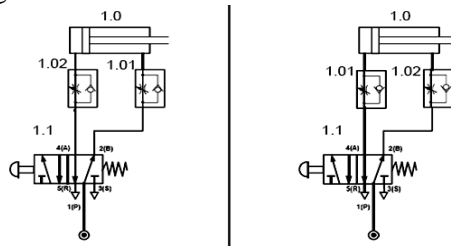
Speed control valve digunakan untuk mengontrol kecepatan aktuator pneumatik. Dengan katub jenis ini, aliran udara diatur hanya pada satu arah. Sebuah katub satu arah menutup aliran udara dan udara bisa mengalir hanya melalui penampang yang telah diatur. Pada arah yang berlawanan udara bisa mengalir secara bebas melalui katup satu arah terbuka. Katup ini digunakan untuk pengaturan kecepatan aktuator, dan jika memungkinkan harus di pasang langsung pada silinder.



Gambar 2.9 One Way Flow Control Valve

Apabila udara mengalir, *check valve* terbuka dan udara dengan sendirinya akan mengalir baik melalui *throttle valve* maupun *check valve*. Flow seperti ini dinamakan dengan *free flow*. Apabila udara mengalir dengan arah yang terbalik, maka *check valve* otomatis akan tertutup dan aliran udaranya melalui *throttle valve*.

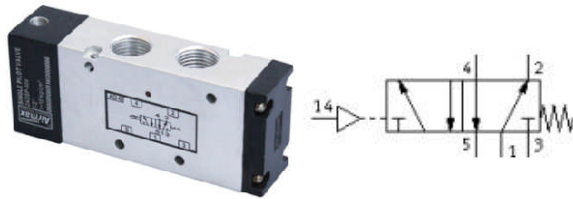
Umumnya *speed control valve* diletakkan di antara *directional control valve* dengan *actuator* (silinder). Dipakai dengan dua cara yaitu dengan *meter out* dan *meter in*. Dalam *meter out*, udara masuk dengan *free flow* tanpa ada halangan apapun sehingga tekanan udara dalam silinder naik segera. Udara *exhaust* dari silinder dikontrol oleh *control valve* sehingga speed dikontrol dengan stabil.



Gambar 2.10 Tipe *Meter In* dan Tipe *Meter Out*

Directional Control Valve

Directional Control Valve digunakan untuk mengurangi laju aliran di bagian sirkuit pneumatik, sehingga menghasilkan kecepatan aktuator yang lebih lambat. Tidak seperti Katup Jarum, Katup Kontrol Aliran mengatur aliran udara hanya dalam satu arah, memungkinkan aliran bebas ke arah yang berlawanan.



Gambar 2.11 valve 5/2 single pilot dan diagram

d. Aktuator Pneumatik

Tenaga udara bertekanan dari kompresor diubah menjadi gerakan lurus oleh silinder pneumatik. Besarnya tenaga yang dapat ditimbulkan tergantung pada besarnya tekanan, luas penampang silinder, serta gesekan yang timbul antara dinding dalam dengan batang toraknya.

Aktuator pneumatik secara garis besar dibagi menjadi 2, yaitu :

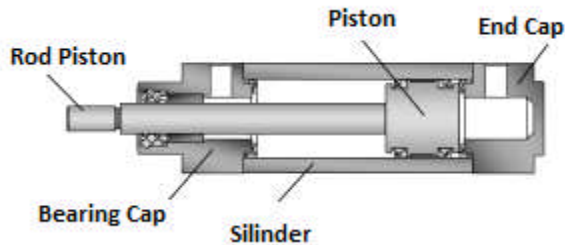
1. *Single Acting Cylinder* (Silinder Pneumatik Aksi Tunggal)
2. *Double Acting Cylinder* (Silinder Pneumatik Aksi Ganda)

Double Acting Cylinder (Silinder Pneumatik Aksi Ganda)

Silinder aksi ganda (*Double Acting*) digunakan terutama bila piston diperlukan untuk melakukan kerja bukan hanya pada gerakan maju, tetapi juga kerja pada gerakan mundur. Sehingga

mempunyai keuntungan yaitu, bisa dibebani pada kedua arah gerakan batang pistonnya. Gaya dorong yang ditimbulkan oleh udara bertekanan, menggerakkan piston pada silinder penggerak ganda dalam dua arah. Gaya dorong yang besarnya tertentu digunakan pada dua arah, gerakan maju dan gerakan mundur. Gaya yang diberikan pada batang piston adalah lebih besar untuk gerakan maju daripada gerakan mundur. Karena efektif permukaan piston dikurangi pada sisi batang piston oleh luas permukaan batang piston.

Silinder pneumatik double acting terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut:

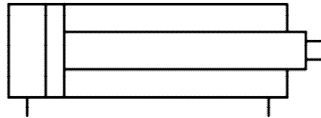


Gambar 2.12 *Double Acting Cylinder*

Udara mengalir dari port A ke ruang yang terdapat di sebelah piston. Maka piston dan piston rod akan bergerak karena adanya tekanan dari piston area. Udara yang berada pada piston rod chamber akan pindah keluar silinder melalui port B.

Pada proses kebalikannya udara mengalir melalui port B, lalu ke piston ring area sehingga piston kembali ke posisi awal. Karena terdorong oleh piston, udara akan keluar melalui port A.

Adanya perbedaan ukuran dari piston area dan piston ring area mengakibatkan gaya yang dihasilkan ketika bergerak keluar dan kedalam akan berbeda, walaupun memiliki besar tekanan yang sama. Simbol dari silinder double acting adalah sebagai berikut:



Gambar 2.13 Simbol *Double Acting Cylinder*

Penentuan Diameter Silinder dan Kemampuan Silinder

1. Penentuan Diameter Silinder

Penentuan diameter silinder pneumatik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Silinder}} = \frac{F \times v}{P \times Q} = 0,85 \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.4})$$

(Majumdar 1995)

$$F = A \cdot P \cdot \mu$$

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot P \cdot \mu$$

$$D^2 = \frac{4 \cdot F}{P \cdot \mu}$$

Dimana :

F = Gaya Silinder (kgf)

A = Luas Penampang (cm²)

D = Diameter silinder (cm)

P = Tekanan Udara (kgf/cm²)

μ = Koefisien Tekanan Beban Dorong

Dalam sistem pneumatik, untuk takanan kerja yang digunakan adalah 6 – 10 bar.

(Esposito, 2003)

2. Dorogan Silinder

Gaya dorong silinder dapat dihitung dari diameter tabung silinder, diameter piston rod dan tekanan udara.

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 P \mu \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.5})$$

(Warring, 1982)

Dimana :

F = Gaya Dorong Silinder (kgf)

D = Diameter Tabung Silinder (cm)

P = Tekanan Udara (kgf/cm²)

μ = Koefisien Tekanan Beban Dorong

Koefisien tekanan beban berubah tergantung dari diameter silinder, canting batik cap dengan kain dan dengan landasan, beban pegas dan gesekan metal rod.

3. Tarikan Silinder

Gaya tarikan silinder bisa diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) P \mu \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.6})$$

(Warring, 1982)

Dimana :

F = Gaya Tarik Silinder (kgf)
 D = Diameter Tabung Silinder (cm)
 d = Diameter Piston/Stroke (cm)
 P = Tekanan Udara (kgf/cm²)
 μ = Koefisien Tekanan Beban Tarik

4. Kecepatan Langkah Silinder

Waktu operasi silinder tergantung pada beban dan ukuran dari beban masuk. Persamaan antara kebutuhan udara dengan kecepatan silinder adalah:

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.5})$$

(Warring, 1982)

Dimana :

Q = Kebutuhan Udara
 V = Kecepatan Langkah Silinder
 A = Luasan silinder

5. Konsumsi Udara

Dimana besarnya Perbandingan kompresi yaitu:

Perbandingan kompresi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Perbandingan kompresi} = (1.031 + p) / 1.031 \text{ (Teks Book FESTO : 184)}$$

langkah maju

$$Q_1 = (\pi /4) \times d^2 \times h \times n \times$$

perbandingan kompresi

langkah mundur

$$Q_2 = (\pi /4) \times (d_s^2 - d_p^2) \times h \times n \times$$

perbandingan kompresi

e. Kompresor Udara

Pneumatik bekerja dengan memanfaatkan udara yang dimampatkan (*Compressed Air*). Dalam hal ini, udara yang dimampatkan akan didistribusikan kepada sistem yang ada sehingga kapasitas sistem terpenuhi.

Untuk menghasilkan udara yang dimampatkan, maka dibutuhkan kompresor untuk memadatkan udara sampai pada tekanan kerja yang diinginkan. Perlengkapan pneumatik disuplai udara bertekanan dengan melalui pipa saluran dari tempat kompresor.

1. Penampung udara bertekanan (Tangki Udara)

Penampung udara bertekanan (receiver) berfungsi untuk menstabilkan pemakaian udara bertekanan. Penampung udara bertekanan yang kebanyakan dipakai adalah tangki, karena mempunyai sifat akan memperhalus fluktuasi tekanan dalam jaringan ketika udara dipakai oleh

jaringan udara tersebut. Dan lagi luas permukaan yang besar dari penampung akan mendinginkan udara dalam tangki itu sendiri.

Jadi penampung udara bertekanan mempunyai fungsi sebagai berikut :

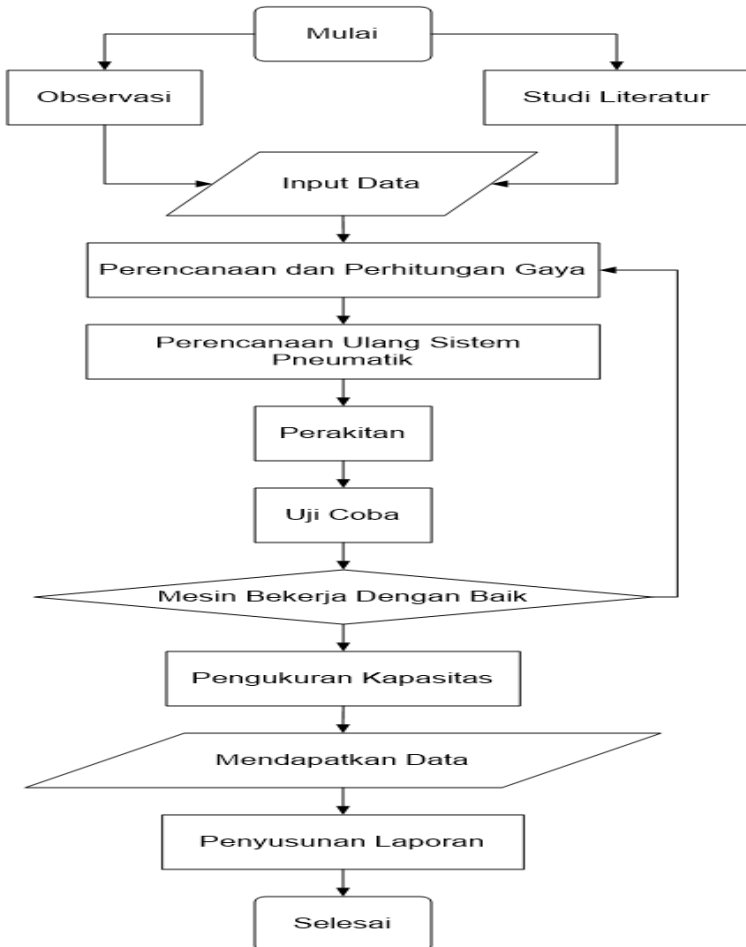
- a. Mestabilkan pemakaian udara bertekanan.
- b. Mendinginkan udara dalam tangki
- c. Menghindari pressure drop (Penurunan tekanan) apabila sejumlah besar udara dipakai dalam waktu yang relatif singkat.
- d. Menyediakan udara bertekanan untuk suatu jangka waktu tertentu dalam waktu tertentu dalam masa kecemasan seperti waktu kompresor dimatikan karena listrik padam. Perlu diperhatikan bahwa tangki udara harus dilengkapi dengan alat pengukur tekanan (pressure valve) dan switch tekanan.

2. Penggerak

Tergantung pada syarat-syarat cara kerja, kompresor digerakkan oleh motor listrik selain itu juga digerakkan oleh motor bakar (bensin, diesel).

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini dibahas secara detail tentang perencanaan pembuatan alat yang digambarkan pada diagram alir atau *flowchart*



Dari diagram alir (*flowchart*) di atas diperinci lagi sebagai berikut:

3.1 Observasi Lapangan

Observasi lapangan adalah pengamatan langsung untuk memperoleh data dari lokasi pengamatan. Lokasi pengamatan salah satu nya terdapat di UKM Pembuat carang mas apel di kota Pujon Kab.Malang yang bernama UKM Love Apel milik Ibu hj. nazil. UKM Love Apel milik Ibu hj. nazil ini memiliki 7 pegawai dan dibantu oleh suaminya sendiri untuk memproduksi Carang mas apel dan minuman sari apel.

Proses pembuatam Carang mas apel dimulai dari Pengupasan buah apel dengan pisau, pemasrahan atau pamarutan, pengurangan kadar air, pemberian tepung, penggorengan, pemberian air gula, pencetakan, penirisan, dan proses pengemasan. Disini kami menemukan permasalahan yang sering dialami produsen carang mas apel, yaitu pada proses pencetakan. Oleh karena itu, kami membuat alat mesin pencetak carang mas apel dengan sistem pneumatik sebagai solusi masalah yang dihadapi tersebut. Selain itu kami dapat mempertimbangkan peralatan apa yang harus dirancang ulang supaya penggunaannya lebih efektif dan efisien.



Gambar 3.2 kondisi UKM

3.2 Study Literatur

Study Literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi teori yang relevan dengan permasalahan pada tugas akhir ini dan dibandingkan dengan hasil uji coba lapangan. Kegiatan study literatur ini meliputi 2 kegiatan, yaitu:

- Pengumpulan materi tinjauan pustaka yang berkaitan dengan perencanaan sistem pneumatik, gaya silinder pneumatik, gaya penekanan. Sumber literatur yang digunakan adalah jurnal internasional, jurnal nasional, *text book*, dan tugas akhir yang masih berhubungan.
- Melakukan uji coba menggunakan neraca timbangan badan dan dapat mengetahui besarnya gaya yang dibutuhkan untuk proses pencetakan carang mas apel.



Gambar 3.3 Uji Coba Mencari Gaya Tekan Untuk Mencetak.

Tabel 3.1 Percobaan gaya tekan

No	Gaya (kgf)	Waktu (s)	Massa (gram)
1	1,6	2,4	20
2	2,0	2,6	21
3	1,9	2,2	19
4	1,7	2,4	20
5	1,6	2,2	19
6	1,8	2,4	20
7	2,0	2,6	21
Hasil	2,0 kgf	2,6 s	21

Gaya tekan pencetakan yang diperoleh dari uji coba yaitu:

$$\begin{aligned}
 F \text{ tekan cetakan carang mas} &= 2,0 \text{ kgf} \times 9,81 \\
 &= 19,62 \text{ N}
 \end{aligned}$$

F yang digunakan = 20 N

Setelah melakukan 7 kali percobaan untuk mencari gaya tekan dengan massa yang berbeda-beda menghasilkan gaya yang berbeda-beda pula.

Pada percobaan pertama dengan massa carang mas apel sebelum dilakukan penekanan 20 gram menghasilkan gaya 1,6kgf dengan lama waktu penekanan 2,4 detik dan massa setelah di tekan menjadi 18 gram

Pada percobaan kedua dengan massa carang mas apel sebelum dilakukan penekanan 21 gram menghasilkan gaya 2,0 kgf dengan lama waktu penekanan 2,6 detik dan massa setelah di tekan menjadi 19 gram

Pada percobaan ketiga dengan massa carang mas apel sebelum dilakukan penekanan 19 gram menghasilkan gaya 1,9 kgf dengan lama waktu penekanan 2,2 detik dan massa setelah di tekan menjadi 17 gram

Pada percobaan keempat dengan massa carang mas apel sebelum dilakukan penekanan 20 gram menghasilkan gaya 1,7 kgf dengan lama waktu penekanan 2,4 detik dan massa setelah di tekan menjadi 18 gram

Pada percobaan kelima dengan massa carang mas apel sebelum dilakukan penekanan 19 gram menghasilkan gaya

1,6 kgf dengan lama waktu penekanan 2,2 detik dan massa setelah di tekan menjadi 17 gram

Pada percobaan keenam dengan massa carang mas apel sebelum dilakukan penekanan 20 gram menghasilkan gaya 1,8 kgf dengan lama waktu penekanan 2,4 detik dan massa setelah di tekan menjadi 18 gram

Percobaan ketujuh dengan massa carang mas apel sebelum dilakukan penekanan 21 gram menghasilkan gaya 2,0 kgf dengan lama waktu penekanan 2,6 detik dan massa setelah di tekan menjadi 19 gram.



Gambar 3.4 Carang mas sebelum di cetak dan sesudah di cetak

Dari hasil 7 kali percobaan maka gayatekan punch yang diperoleh dari uji coba diambil gaya yang terbesar

Semua materi dan data yang diperoleh daristudy literature ini selanjutnya digunakan sebagai pendukung

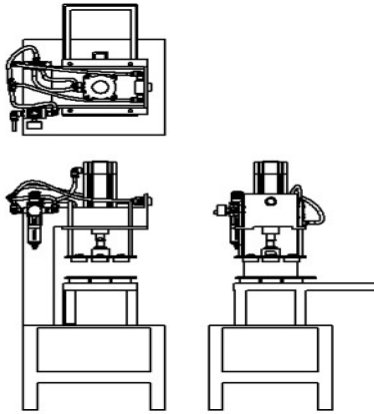
untuk melakukan perhitungan. Selain untuk mencari materi dan data tinjauan pustaka, study literatur juga digunakan untuk mendukung latar belakang pada tugas akhir ini dalam pemilihan material yang sesuai dengan kebutuhan.

3.3 Mendapatkan Data

Pengambilan data ini berdasarkan pengamatan langsung dan wawancara pada saat observasi lapangan di UKM Love Apel, data yang diperoleh sebagai berikut :

- Cetakan untuk membentuk carang mas masih menggunakan alat cetak tradisional yaitu menggunakan cetakan kue kentang kemudian di tekan dengan tangan supaya terbentuk sesuai cetakan.
- Proses pencetakan masih dilakukan secara manual, menggunakan cetakan kue kentang. Pengrajin hanya bisa mengira-ngira berapa gaya mencetak yang dilakukan.
- UKM Love apel mampu membuat carang mas apel ± 450 biji/hari dengan jam kerja 8 jam.

3.4 Sketsa Alat



Gambar 3.5 sketsa Alat

Sketsa alat digunakan untuk memulai perencanaan alat perhtiungan dimensi alat yang akan direalisasikan dalam bentuk nyata agar dalam proses pembuatan rancang bangun alat agar sesuai yang diharapkan dan dapat meminimalisir kesalahan yang ada.

3.5 Perhitungan

Adapun perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan:

1. Gaya penekanan cetakan
2. Diameter silinder pneumatik
3. Sistem pneumatik

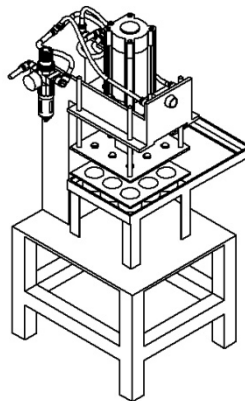
Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan keserasian antar komponen didalam mesin. Data dalam

perhitungan ini diperoleh dari uji coba pengepresan menggunakan timbangan badan.

3.6 Perencanaan Alat

3.6.1 Perencanaan Komponen Alat

Desain alat digunakan sebagai awal perancangan alat. Desain ini belum memiliki dimensi yang pasti, hanya dalam bentuk gambaran alat yang akan dibuat. Adapun desain alat yang kami buat adalah sebagai berikut:

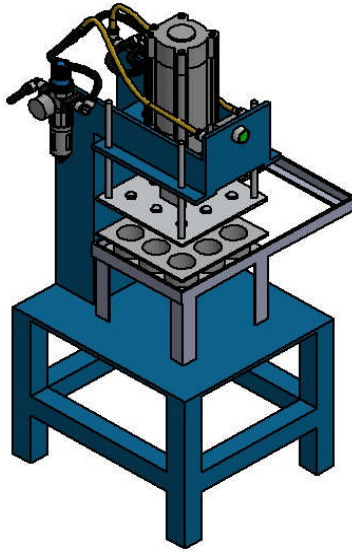


Gambar 3.6 Sket desain Isometri

Keterangan :

1. kerangka
2. Pneumatik Double Acting
3. Filter Regulator (FR)
4. Katup 5/2 single pilot
5. Speed control valve
6. Push button
7. Pengarah bantalan cetakan
8. Bantalan cetakan (punch)
9. Matras cetakan (dies)

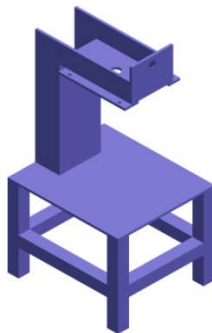
10. Stopper



Gambar 3.7 Gambar Alat

Keterangan nomor pada gambar terinci sebagai berikut:

1. Kerangka



Gambar 3.8 Kerangka

Kerangka adalah bagian awal dari proses pembuatan alat. Dan kerangka ini berfungsi untuk menyesuaikan dari seluruh komponen yang akan di pasang.

2. Pneumatik Double Acting



Gambar 3.9 Pneumatik Double Acting

Pneumatik adalah sebuah sistem penggerak yang menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggerakannya. Silinder ini berfungsi sebagai penekan bantalan.

3. Filter Regulator (FR)



Gambar 3.10 Filter Regulator (FR)

FR adalah kepanjangan dari Filter Regulator. Filter ini berfungsi untuk menyaring kualitas

udara bertekanan yang akan mengalir ke aktuator.

4. Directional Control Valve 5/2Single Pilot



Gambar 3.11 Directional control valve 5/2 single pilot

Directional Control Valve digunakan untuk mengatur laju aliran di bagian sirkuit pneumatik, katup 5/2 single pilot berfungsi sebagai air supply sebelum udara diarahkan menuju ke aktuator yang fungsinya untuk mengatur arah gerak silinder

5. Push Button



Gambar 3.12 Push button

Push button berfungsi sebagai tombol untuk menggerakkan silinder.

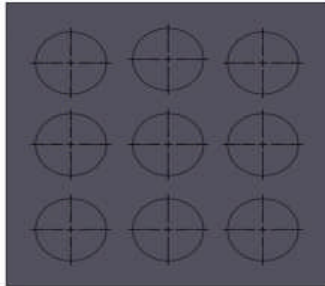
6. Pengarah Bantalan Cetakan



Gambar 3.13 Pengarah bantalan cetakan

Pengarah bantalan cetakan berfungsi sebagai pengarah agar bantalan cetakan (punch) tidak bergeser dari cetakan (dies) saat melakukan pencetakan

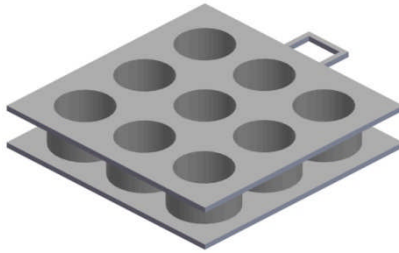
7. Bantalan Cetakan (punch)



Gambar 3.14 Bantalan cetakan (punch)

Bantalan cetakan atau di sebut pencetak berfungsi sebagai punch pengecap.

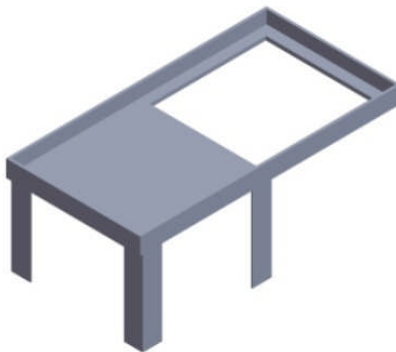
8. Matras Cetakan (dies)



Gambar 3.15 Matras Cetakan (dies)

Matras berfungsi sebagai dies cetakan. Dimana benda yang akan di kerjakan di masukkan ke cetakan agar lebih padat.

9. Stopper



Gambar 3.16 Stopper

Stopper berfungsi sebagai alat bantu untuk menghentikan gerakan matras agar pada saat pengepressan matras tidak bergerak dan tetap lurus dengan punch.

3.6.2 Dimensi Alat

Dimensi alat tentunya disesuaikan dengan kondisi mitra, ukuran material yang digunakan, ruang usaha dan posisi mitra dalam bekerja. Adapun dimensi yang harus ditentukan sebagai berikut:

Tabel 3.2 Perencanaan Dimensi Alat

No	Jenis	Dimensi (mm)
1	Rangka	400x400x838
2	Bantalan punch	200x200x17
3	Cetakan dies	200x200x40
4	Batang pengarah	10x200
5	Stopper	208x404
6	Silinder pneumatik	300x100

Untuk dimensi diameter silinder diperhitungkan sesuai dengan kebutuhan ketika alat bekerja.

3.7 Pengujian Alat

Ada beberapa hal yang dilakukan dalam pengujian alat, diantaranya :

- Alat dapat bekerja
- Kapasitas yang dihasilkan alat sesuai dengan perencanaan

Apabila terdapat kendala pada pengujian alat, maka perlu diperiksa lagi dalam pembuatan alat dan perhitungannya.

3.7.1 Cara Kerja Alat

1. Carang mas yang telah selesai di beri air gula di isikan ke dalam cetakan matras.
2. Setelah cetakan sudah terisi penuh maka operator menekan terus tombolpush button agar pneumatik bisa bekerja.
3. Ketika silinder bekerja, silinder pneumatik mendorong bantalan cetakan sehingga menekan carang mas apel yang ada di cetakan.
4. Ketika proses penekanan di rasa cukup, operator dapat melepas tombol push button tersebut.
5. Setelah selesai operator dapat mengeluarkan carang mas apel dengan cara menarik cetakan keluar dari kerangka, lalu dilakuan proses pendorongan ke bawah cetakan menggunakan stick agar keluar hasilnya .

3.8 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan ini merupakan proses akhir dalam pengerjaan tugas akhir ini. dalam pembuatan laporan dilampirkan mengenai proses perencanaan sampai pada hasil yang dicapai dalam tugas akhir

BAB IV PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

4.1 Perencanaan Teknik Forging

Teknik forging yang dilakukan pada perencanaan alat press carang mas apel ini terjadi pada bantalan yang menekan carang mas apel untuk proses pencetakan, dimana data hasil uji coba ini akan menghasilkan gaya (*force*) yang akan digunakan sebagai perencanaan komponen pneumatik. Data uji coba didapatkan sebagai berikut :



Gambar 4.1 Bantalan cetakan dan massa carang mas Panjang dan lebar bantalan cetakan memiliki dimensi 200x200x17 mm.

Tabel 4.1 uji coba untuk mencari gaya

No	Gaya (kgf)	Waktu (s)	Massa Carang (gram)
1	1,6	2,4	20
2	2,0	2,6	21
3	1,9	2,2	19
4	1,7	2,4	20
5	1,6	2,2	19
6	1,8	2,4	20
7	2,0	2,6	21
Hasil	2,0 kgf	2,6 s	21

maka gaya tekan punch yang diperoleh dari uji coba diambil gaya yang terbesar yaitu:

$$\begin{aligned}
 F \text{ tekan punch} &= 2,0 \text{ kgf} \times 9,81 \\
 &= 19,62 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$F \text{ yang digunakan} = 20 \text{ N}$$

Dengan lama holding time pada saat pengepressan 2,6 s.

Jadi, besarnya gaya yang diperlukan untuk membuat carang mas apel adalah sebesar 20 N. Kecepatan yang diperoleh dari

uji coba tersebut dapat dicari dengan menggunakan data jarak pengepress carang mas apel dan waktu ketika pengepressan carang mas apel dilakukan.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{10 \text{ cm}}{2,6 \text{ s}} = 4,166 \text{ cm/s} = 0,042 \text{ m/s}$$

4.2 Perencanaan Komponen Pneumatik

4.2.1 Perencanaan Aktuator Silinder

- Perencanaan silinder

Untuk mencari diameter silinder pneumatik minimal yang dibutuhkan, maka pada perencanaan awal diambil tekanan kerja dari sistem sebesar 60 N/cm^2 dan gaya sebesar 20 N , sedangkan untuk nilai η diambil $0,85$ (*Tenaga fluida pneumatik, 1991 :L78*). Data ini kemudian dipakai dalam perencanaan silinder pneumatik untuk press pencetak carang mas yang dimana terdapat 9 As berdiameter 45 mm dengan tebal 10 mm .

Diameter minimal dapat dicari dengan persamaan:

$$\eta = \frac{F \cdot v}{P \cdot Q}$$

Maka dari persamaan di atas dapat direncanakan diameter piston dengan data sebagai berikut:

$$F = 20 \text{ N} \times 9 \text{ biji} = 180 \text{ N}$$

$$P = 6 \text{ bar} = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$= 0,85$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{10 \text{ cm}}{2,6 \text{ s}} = 4,166 \text{ cm/s} = 0,042 \text{ m/s}$$

$$\eta = \frac{F \cdot v}{P \cdot Q} = 0,85$$

$$\frac{180 \cdot 0,042 \text{ m/s}}{6 \times 10^5 \text{ N/cm}^2} = 0,85$$

$$Q = \frac{180 \cdot 0,042}{0,85 \cdot 6 \times 10^5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 14,8 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Setelah diperoleh besar kecepatan aliran silinder, maka akan diperoleh diameter minimal silinder pneumatik yang dibutuhkan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = A \cdot v$$

Dengan data yang ada Q dan v , diperoleh diameter silinder sebagai berikut:

$$Q = 14,8 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$v = 0,042 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} D^2 &= \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v} \\ &= \frac{4 \cdot 14,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 0,042 \text{ m/s}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 4,489 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \\
 &= \sqrt{4,489} \text{ cm}^2 \\
 D &= 2,118 \text{ cm} \\
 D &= 21,2 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapat diameter minimal silinder pneumatik sebesar 21,2 mm. Maka untuk perhitungan ini digunakan silinder dengan diameter 25 mm dengan tipe *double acting cylinder* karena diperlukan gerakan maju mundur.

Gaya dorong silinder bisa diketahui dengan menggunakan rumus :

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 P \mu$$

Dengan data yang diketahui:

$$D = 100 \text{ mm} = 10 \text{ cm}$$

$$d = 25 \text{ mm} = 2,5 \text{ cm}$$

$$P = 6 \text{ bar} = 60 \text{ N/cm}^2$$

$$F_{\text{dorong}} = \frac{\pi}{4} \cdot (10 \text{ cm})^2 \cdot 60 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 0,85$$

$$= 4003,5 \text{ N}$$

Gaya tarikan silinder diketahui dengan menggunakan rumus :

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) P \mu$$

Dengan data yang diketahui :

$$D = 100 \text{ mm} = 10 \text{ cm}$$

$$d = 25 \text{ mm} = 2,5 \text{ cm}$$

$$P = 6 \text{ bar} = 60 \text{ N/cm}^2$$

$$F_{\text{tarik}} = \frac{\pi}{4}(100^2 - 2,5^2) \cdot 60 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 0,85$$

$$= 3753,3 \text{ N}$$

- Konsumsi Udara

Perhitungan konsumsi udara kompresi dapat dihitung dengan rumus :

- Perbandingan kompresi

Perbandingan kompresi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Perbandingan kompresi = (1.031 + p) / 1.031 (Teks Book FESTO : 184)

$$Perbandingan kompresi = (1.031+6) / 1.031 = 6,8$$

- langkah maju

Konsumsi udara yang diperlukan tiap menit untuk langkah maju dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_1 = (\pi / 4) \times d^2 \times h \times n \times perbandingan kompresi$$

$$= 0,785 \times 0,025^2 \times 0,05 \times 0,33 \times 6,8$$

$$= 0,000055 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$= 0,055 \text{ liter / menit}$$

- langkah mundur

Konsumsi udara yang diperlukan tiap menit untuk langkah mundur dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_2 = (\pi / 4) \times (ds^2 - dp^2) \times h \times n \times \text{perbandingan kompresi}$$

$$= 0,785 \times (0,025^2 - 0,010^2) \times 0,05 \times 0,33 \times 6,8$$

$$= 0,000046 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$= 0,046 \text{ liter / menit}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsumsi udara yang dibutuhkan silinder dengan $D = 21,2 \text{ mm}$ dengan panjang langkah 100 mm untuk bergerak adalah untuk bergerak maju $0,055 \text{ liter/menit}$ dan mundur $0,046 \text{ liter/menit}$.

4.2.2 Perencanaan Diameter Pipa

Diameter pipa

Karena adanya gesekan aliran didalam pipa dan karena adanya kerugian yang lain, maka ada kerugian tekanan maksimum yang diijinkan pada udara yang keluar. Rumus yang digunakan adalah:

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{d^5 \cdot P}$$

Dimana :

ΔP = Kerugian tekanan maksimum yang diijinkan
sebesar 0,05 bar (5000 Pa)

L = Panjang pipa yang direncanakan (m)
(direncanakan 5 m)

d^5 = Diameter pipa (m)

P = Tekanan operasi (pascal)

Q = Kecepatan aliran silinder (m^3/s)

Dengan data yang diketahui :

$$\Delta P = 0,05 \cdot 10^5 \text{ N/m}^3$$

$$L = 5 \text{ m}$$

$$P = 6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^3$$

$$Q = 0,033 \text{ cm}^3/s = 3,3 \cdot 10^{-6} \cdot m^3/s$$

Sehingga diameter pipa minimum untuk silinder pneumatik yang dipilih dengan diameter 100mm diperoleh sebagai berikut :

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{d^5 \cdot P}$$

$$d^5 = \frac{1,6 \times 10^3 \cdot (3,3 \cdot 10^{-6})^{1,85} \cdot 5}{5000 \times 6 \cdot 10^5}$$

$$d^5 = \frac{1,6 \times 10^3 \cdot (3,3 \cdot 10^{-6})^{1,85} \cdot 5}{5000 \times 6 \cdot 10^5}$$

$$d^5 = \frac{5,78 \times 10^{-7}}{3 \times 10^9}$$

$$d^5 = 1,92 \cdot 10^{-16}$$

$$d = \sqrt[5]{1,92 \times 10^{-16}}$$

$$= 7,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$= 0,71 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas didapat diameter pipa minimum 0,71 mm. Untuk itu, dalam perencanaan ini dipilih pipa dengan diameter dalam pipa 6 mm dan diameter luar pipa 10 mm.

Kerugian Tekanan pada Pipa

Kerugian tekanan pada pipa dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{d^5 \cdot P}$$

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot (3,3 \cdot 10^{-6})^{1,85} \cdot 5}{(0,006)^5 \cdot 6 \cdot 10^5}$$

$$\Delta P = \frac{5,78 \cdot 10^{-7}}{4,66 \cdot 10^{-6}}$$

$$\Delta P = 0,12 \text{ N/m}^3$$

$$\Delta P = 0,12 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 0,000012 \text{ bar}$$

Kerugian tekanan pada pipa sebesar 0,000012 bar, karena masih dibawah dari kerugian tekanan maksimum yang diijinkan yaitu 0,05 bar (*Majumdar, hal 26*) maka perencanaan untuk diameter pipa aman.

4.2.3 Perencanaan FR

Pada perencanaan mesin press carang perlu digunakan FR untuk memfilter udara, mengetahui tekanan udara. Oleh karena itu, digunakan FR dengan spesifikasi JAW 3000-03.

4.2.4 Perencanaan Valve

Pemilihan *Directional Control Valve*

Perencanaan Mesin pencetak carang mas apel ini menggunakan 1 buah katup *Directional control valve*, yaitu katup 5/2 single pilot berfungsi sebagai air supply sebelum udara diarahkan menuju ke aktuator yang fungsinya untuk mengatur arah gerak silinder dari pada mesin pencetak carang mas apel. Valve DCV yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Pemilihan *One Way Flow Control Valve*

Pada perencanaan mesin press pencetak carang mas apel perlu digunakan 1 buah *one way flow control valve* untuk mengatur kecepatan gerak maju dan gerak mundur silinder. Berdasarkan data yang ada:

Aplicable Tubing = Nylon
O.D Tubing = 8 mm
Max Preasure = 1 Mpa = 10 Bar

Maka berdasarkan standart yang ada pada katalog FESTO, dipilih flow control valve type LSC. ¼ PK-8.

4.2.5 Perencanaan Kompresor

Setelah perhitungan komponen pneumatik diatas, maka didapatkan tekanan operasi yang dipakai yaitu 60 N/cm^2 . Perhitungan kapasitas kompresor: Tekanan operasi $6 \text{ bar} = 60 \text{ N/cm}^2$.

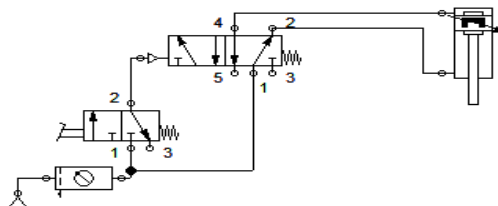
$$60 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \times \frac{0,2248 \text{ lbf}}{1 \text{ N}} \times \frac{1 \text{ cm}^2}{0,155 \text{ in}^2} = 87 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2}$$

Dari perhitungan diatas, digunakan sebagai dasar untuk memilih jenis dan kapasitas kompresor yang cocok dengan kriteria yang dibutuhkan. Dengan demikian, kapasitas kompresor yang digunakan harus lebih dari 87 psi.

4.3 Perencanaan Sistem Pneumatik Mesin Press Carang Mas

4.3.1 Diagram Sirkuit Pneumatik

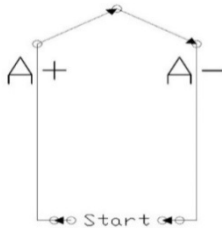
Setelah didapatkan hasil perhitungan mengenai komponen-komponen pneumatik, maka perlu direncanakan juga sistem pneumatik ataupun peralatan pendukungnya agar didapatkan hasil yang optimum sesuai dengan kebutuhan. Adapun skematis dari perencanaan sistem pneumatik yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.3 Diagram Sirkuit Pneumatik

4.3.2 Diagram Notasi Silinder Kerja

Setelah diagram sirkuit pneumatik diketahui, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan notasi langkah kerja dari pada silinder. Adapun perencanaan diagram notasinya adalah sebagai berikut:

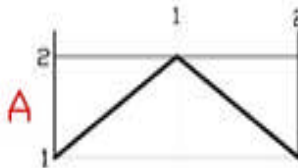


Gambar 4.4 Diagram Notasi Silinder

4.3.3 Diagram Gerak Langkah Silinder

Sebelum mulai menyusun circuit diagram, hal-hal yang harus diperhatikan antara lain:

- Berapa banyak step yang dibutuhkan dalam rangkaian
- Drive yang digerakkan pada setiap langkah



Gambar 4.5 Diagram Gerak Langkah Silinder

Penjelasan dan ilustrasi dari rangkaian akan lebih mudah jika menggunakan metode grafis, sebagai contoh yaitu dengan menggunakan sebuah displacement-step

diagram, displacement-time diagram, function diagram atau function chart. Disini kami menggunakan metode displacement-step diagram.

Diagram ini digunakan untuk gerakan yang berurutan didalam daerah kerja pneumatik dan menunjukkan langkah dari actuator (silinder). Pada saat posisi normal dengan diagram notasi maka silinder diam dan ketika sensor-sensor yang terdapat pada silinder bekerja, maka silinder ini akan bergerak maju maupun mundur sesuai dengan gambar diagram gerak langkah.

Data Hasil Uji Coba Alat

Tabel 4.2 Hasil Jadi

No.	Percobaan	Hasil
1	Percobaan 1	45 biji
2	Percobaan 2	36 biji
3	Percobaan 3	27 biji
4	Percobaan 4	36 biji
5	Percobaan 5	36 biji
	Hasil	36 biji

Tabel 4.3 Hasil loading Uji Alat

No.	Percobaan	Hasil
1	Percobaan 1	71,2 detik
2	Percobaan 2	68,4 detik
3	Percobaan 3	68,7 detik
4	Percobaan 4	70,2 detik
5	Percobaan 5	71,9 detik
	Hasil	71,2 detik

Tabel 4.4 Hasil Forging Uji Alat

No.	Percobaan	Hasil
1	Percobaan 1	2,4 detik
2	Percobaan 2	2,3 detik
3	Percobaan 3	2,5 detik
4	Percobaan 4	2,6 detik
5	Percobaan 5	2,8 detik
	Hasil	2,8 detik

Tabel 4.5 Hasil Unloading Uji Alat

No.	Percobaan	Hasil
1	Percobaan 1	92,7 detik
2	Percobaan 2	93,8 detik
3	Percobaan 3	94,6 detik
4	Percobaan 4	93,9 detik
5	Percobaan 5	93,8 detik
	Hasil	94,6 detik

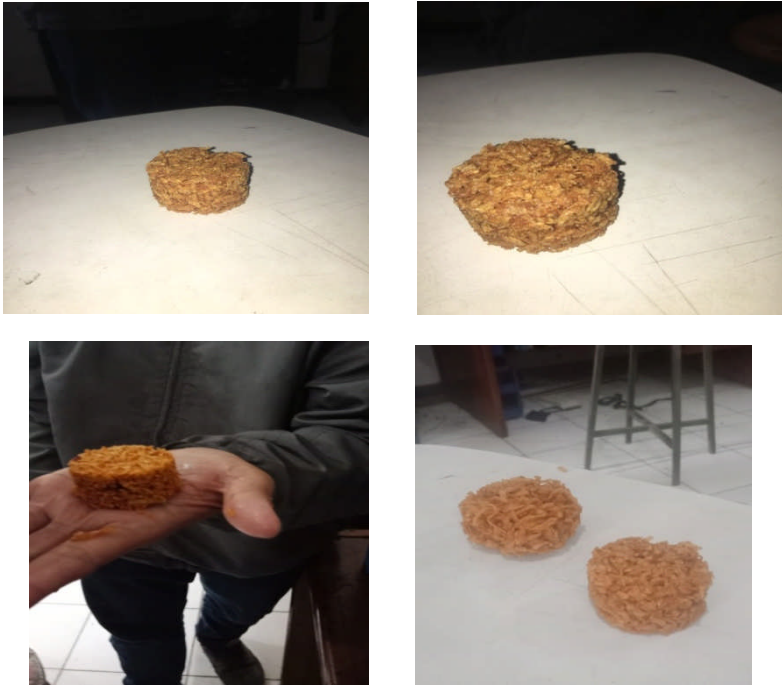
Dalam pengujian yang dilakukan selama 10 menit sudah termasuk proses loading dan unloading dengan rincian sebagai berikut:

Rata-rata proses loading	= 71,2 detik
Rata-rata proses forging	= 2,8 detik
Rata-rata proses unloading	= <u>94,6 detik</u>
Total rata-rata semua proses	= 168,6 detik

Dari pengujian yang dilakukan selama 10 menit, didapatkan rata-rata kapasitas mesin press pencetak carang mas apel yaitu :

± 36 biji carang mas apel

*Hasil Eksperimen



Gambar 4.6 Hasil Pengujian Alat

Massa carang mas apel sebelum di cetak adalah 20 gram dan setelah di cetak masanya berkurang menjadi 18 gram. Agar hasil yang di inginkan tidak terlalu padat ataupun mudah berantakan ketika mengepres cukup pelan-pelan dan tidak terlalu dalam.

#Halaman ini sengaja dikosongkan#

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir ini adalah sebagai hasil dari tujuan yang ingin dicapai. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut:

1. Dengan melakukan perencanaan, perhitungan, dan mendesain alat dapat diciptakan Mesin Press Carang Mas Apel Dengan Sistem Pneumatik guna untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas UKM Love Apel.
2. Dalam proses pencetakan diperoleh gaya sebesar 18 N. sehingga digunakan silinder pneumatik jenis *double acting* berdiameter 21,2 mm dan *stroke* 100 mm.

5.2 Saran

Saran yang diperlukan agar Mesin Pencetak carang mas apel ini dapat beroperasi dengan lebih baik lagi adalah:

1. Pendorong stik carang mas apel harus ditambah menjadi 9 seperti punch agar saat proses unloading lebih cepat tanpa harus mendorong satu per satu.
2. Untuk penelitian kedepannya lebih dikembangkan lagi alat-alat untuk memajukan UKM-UKM kecil daerah.
3. Pengerjaan alat pada bengkel dilakukan jauh hari agar waktu penyelesaian dapat diatur dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Esposito, Anthony. *Fluid Power with Application sixth edition*. New Jersey: Prentice Hall International Inc, 2003.
- Kalpakjian, Serope and Steven Smith. *Manufacturing Engineering and Technology*. Prentice Hall, 2009.
- Majumdar, S.J. *Pneumatic Systems - Principles and Maintenance*. New York: Mc Graw - Hill, 1995.
- Schey, John A. *Proses Manufaktur*. Ontario: ANDI Yogyakarta, 2000.
- Warring, R.H. *Pneumatic Handbook*. England: Trade and Technical Press, 1982
- Huda, S. Sejarah apel, Diambil dari :
<https://batueventguide.weebly.com/feature/sejarah-apel>. (12 Desember 2013).
- Inayah, Elivyah. Mencicipi Manisnya Pujon Lewat Carang Mas Apel. Diambil Dari
:<http://elyviainayah.blogspot.co.id/2013/01/mencicipi-manisnya-pujon-lewat-carang.html>. (5 Januari 2013).
- Jauhar, Fahril. Rancang Bangun Mesin Pencetak Carang Mas Apel Dengan Sistem Pneumatik, 2017.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Konversi

TABLE 1. Conversion Factors	
Area	
1 mm ² = 1.0 × 10 ⁻⁶ m ²	1 ft ² = 144 in. ²
1 cm ² = 1.0 × 10 ⁻⁴ m ² = 0.1550 in. ²	1 in. ² = 6.4516 cm ² = 6.4516 × 10 ⁻⁴ m ²
1 m ² = 10.7639 ft ²	1 ft ² = 0.092 903 m ²
Conductivity	
1 W/m-K = 1 J/s-m-K	
= 0.577 789 Btu/h-ft-R	1 Btu/h-ft-R = 1.730 735 W/m-K
Density	
1 kg/m ³ = 0.06242797 lbm/ft ³	1 lbm/ft ³ = 16.018 46 kg/m ³
1 g/cm ³ = 1000 kg/m ³	
1 g/cm ³ = 1 kg/L	
Energy	
1 J = 1 N-m = 1 kg-m ² /s ²	
1 J = 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft = 1.355 818 J
1 cal (Int.) = 4.1868 J	= 1.28507 × 10 ⁻³ Btu
	1 Btu (Int.) = 1.055 056 kJ
1 erg = 1.0 × 10 ⁻⁷ J	= 778.1693 lbf-ft
1 eV = 1.602 177 33 × 10 ⁻¹⁹ J	
Force	
1 N = 0.224809 lbf	1 lbf = 4.448 222 N
1 kp = 9.80665 N (1 kgf)	
Gravitation	
g = 9.80665 m/s ²	g = 32.17405 ft/s ²
Heat capacity, specific entropy	
1 kJ/kg-K = 0.238 846 Btu/lbm-R	1 Btu/lbm-R = 4.1868 kJ/kg-K
Heat flux (per unit area)	
1 W/m ² = 0.316 998 Btu/h-ft ²	1 Btu/h-ft ² = 3.15459 W/m ²
Heat transfer coefficient	
1 W/m ² -K = 0.176 11 Btu/h-ft ² -R	1 Btu/h-ft ² -R = 5.67826 W/m ² -K
Length	
1 mm = 0.001 m = 0.1 cm	1 ft = 12 in.
1 cm = 0.01 m = 10 mm = 0.3937 in.	1 in. = 2.54 cm = 0.0254 m
1 m = 3.28084 ft = 39.370 in.	1 ft = 0.3048 m
1 km = 0.621 371 mi	1 mi = 1.609344 km
1 mi = 1609.3 m (US statute)	1 yd = 0.9144 m

Lampiran 2.Tabel Konversi (lanjutan)

TABLE (Continued) <i>Conversion Factors</i>		
Specific kinetic energy (V^2)		
$1 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 0.001 \text{ kJ/kg}$		$1 \text{ ft}^2/\text{s}^2 = 3.9941 \times 10^{-5} \text{ Btu/lbm}$
$1 \text{ kJ/kg} = 1000 \text{ m}^2/\text{s}^2$		$1 \text{ Btu/lbm} = 25037 \text{ ft}^2/\text{s}^2$
Specific potential energy (Zg)		
$1 \text{ m-g}_{\text{std}} = 9.80665 \times 10^{-3} \text{ kJ/kg}$		$1 \text{ ft-g}_{\text{std}} = 1.0 \text{ lbf-ft/lbm}$
$= 4.21607 \times 10^{-3} \text{ Btu/lbm}$		$= 0.001285 \text{ Btu/lbm}$
		$= 0.002989 \text{ kJ/kg}$
Specific volume		
$1 \text{ cm}^3/\text{g} = 0.001 \text{ m}^3/\text{kg}$		
$1 \text{ cm}^3/\text{g} = 1 \text{ L/kg}$		
$1 \text{ m}^3/\text{kg} = 16.01846 \text{ ft}^3/\text{lbm}$		$1 \text{ ft}^3/\text{lbm} = 0.062428 \text{ m}^3/\text{kg}$
Temperature		
$1 \text{ K} = 1^\circ\text{C} = 1.8 \text{ R} = 1.8 \text{ F}$		$1 \text{ R} = (5/9) \text{ K}$
$\text{TC} = \text{TK} - 273.15$		$\text{TF} = \text{TR} - 459.67$
$= (\text{TF} - 32)/1.8$		$= 1.8 \text{ TC} + 32$
$\text{TK} = \text{TR}/1.8$		$\text{TR} = 1.8 \text{ TK}$
Universal Gas Constant		
$R = N_0 k = 8.31451 \text{ kJ/kmol-K}$		$R = 1.98589 \text{ Btu/lbmol-R}$
$= 1.98589 \text{ kcal/kmol-K}$		$= 1545.36 \text{ lbf-ft/lbmol-R}$
$= 82.0578 \text{ atm-L/kmol-K}$		$= 0.73024 \text{ atm-ft}^3/\text{lbmol-R}$
		$= 10.7317 (\text{lbf/in.}^2)\text{-ft}^3/\text{lbmol-R}$
Velocity		
$1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$		$1 \text{ ft/s} = 0.681818 \text{ mi/h}$
$= 3.28084 \text{ ft/s}$		$= 0.3048 \text{ m/s}$
$= 2.23694 \text{ mi/h}$		$= 1.09728 \text{ km/h}$
$1 \text{ km/h} = 0.27778 \text{ m/s}$		$1 \text{ mi/h} = 1.46667 \text{ ft/s}$
$= 0.91134 \text{ ft/s}$		$= 0.44704 \text{ m/s}$
$= 0.62137 \text{ mi/h}$		$= 1.609344 \text{ km/h}$
Volume		
$1 \text{ m}^3 = 35.3147 \text{ ft}^3$		$1 \text{ ft}^3 = 2.831685 \times 10^{-2} \text{ m}^3$
$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 0.001 \text{ m}^3$		$1 \text{ in.}^3 = 1.6387 \times 10^{-5} \text{ m}^3$
$1 \text{ Gal (US)} = 3.785412 \text{ L}$		$1 \text{ Gal (UK)} = 4.546090 \text{ L}$
$= 3.785412 \times 10^{-3} \text{ m}^3$		$1 \text{ Gal (US)} = 231.00 \text{ in.}^3$

Lampiran 3. Tabel Konversi (lanjutan)

TABLE (Continued) Conversion Factors			
Mass			
1 kg	= 2.204 623 lbm	1 lbm	= 0.453 592 kg
1 tonne	= 1000 kg	1 slug	= 14.5939 kg
1 grain	= 6.47989×10^{-5} kg	1 ton	= 2000 lbm
Moment (torque)			
1 N-m	= 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft	= 1.355 818 N-m
Momentum (mV)			
1 kg-m/s	= 7.232 94 lbm-ft/s	1 lbm-ft/s	= 0.138 256 kg-m/s
	= 0.224809 lbf-s		
Power			
1 W	= 1 J/s = 1 N-m/s	1 lbf-ft/s	= 1.355 818 W
	= 0.737 562 lbf-ft/s		= 4.626 24 Btu/h
1 kW	= 3412.14 Btu/h	1 Btu/s	= 1.055 056 kW
1 hp (metric)	= 0.735 499 kW	1 hp (UK)	= 0.7457 kW
			= 550 lbf-ft/s
			= 2544.43 Btu/h
1 ton of refrigeration	= 3.516 85 kW	1 ton of refrigeration	= 12 000 Btu/h
Pressure			
1 Pa	= 1 N/m ² = 1 kg/m-s ²	1 lbf/in. ²	= 6.894 757 kPa
1 bar	= 1.0×10^5 Pa = 100 kPa		
1 atm	= 101.325 kPa	1 atm	= 14.695 94 lbf/in. ²
	= 1.01325 bar		= 29.921 in. Hg [32 F]
	= 760 mm Hg [0°C]		= 33.899 5 ft H ₂ O [4°C]
	= 10.332 56 m H ₂ O [4°C]		
1 torr	= 1 mm Hg [0°C]	1 psi	= 0.068 95 bar
1 mm Hg [0°C]	= 0.133 322 kPa	1 in. Hg [0°C]	= 0.49115 lbf/in. ²
1 mm H ₂ O [4°C]	= 9.806 38 kPa	1 in. H ₂ O [4°C]	= 0.036126 lbf/in. ²
Specific energy			
1 kJ/kg	= 0.42992 Btu/lbm	1 Btu/lbm	= 2.326 kJ/kg
	= 334.55 lbf-ft/lbm	1 lbf-ft/lbm	= 2.98907×10^{-3} kJ/kg
			= 1.28507×10^{-3} Btu/lbm

Lampiran 4. Tabel standar ukuran diameter silinder pneumatik

Table Typical Standard Size Cylinder Geometri

Cylinder Diameter (mm)	Rod Diameter (mm)	Typical Port Size
12	4	M5
16	6	
20	8	BSP 1/8 in or M5
25	12	
32	12	
40	16	
50	20	BSP ¼ in
63	20	BSP ¼ in
80	25	BSP 3/8 in
100	32	BSP 3/8 in
125	32	BSP 3/8 in
150	35	BSP ½ in
200	50	BSP ¾ in
250	60	BSP 1 in
300	70	BSP 1¼ in
350	80	BSP 1½ in
400	100	BSP 2 in
450	110	BSP 2 in
500	120	BSP 2 in

Lampiran 5. Gaya piston

ISO6431 non-tie rod cylinder

Bore (mm)	Rod (mm)	Action	Pressed area (cm ²)	Operating pressure (kgf/cm ²)							
				3	4	5	6	7	8		
32	12	Push	8.04	24	32	40	48	56	64		
		Pull	6.91	21	27	34	41	48	55		
40	16	Push	12.56	38	50	63	75	88	100		
		Pull	10.56	32	42	53	63	74	84		
50	20	Push	19.63	59	79	98	118	137	157		
		Pull	16.49	49	66	82	99	115	132		
63	20	Push	31.16	93	125	156	187	218	249		
		Pull	28.02	84	112	140	168	196	224		
80	25	Push	50.24	151	201	251	301	352	402		
		Pull	45.34	136	181	227	272	317	363		
100	25	Push	78.5	236	314	393	471	550	628		
		Pull	73.6	221	294	368	442	515	589		
125	32	Push	122.7	368	491	614	736	859	982		
		Pull	114.7	344	459	574	688	803	918		
160	40	Push	201	603	804	1005	1206	1407	1608		
		Pull	188	564	752	940	1128	1316	1504		
200	40	Push	314	942	1256	1570	1884	2198	2512		
		Pull	301	903	1204	1505	1806	2107	2408		
250	50	Push	491	1473	1964	2455	2946	3437	3928		
		Pull	471	1413	1884	2355	2826	3297	3768		
320	60	Push	804	2412	3216	4020	4824	5628	6432		
		Pull	776	2328	3104	3880	4656	5432	6208		


Lampiran 6. Tabel Kebutuhan Udara

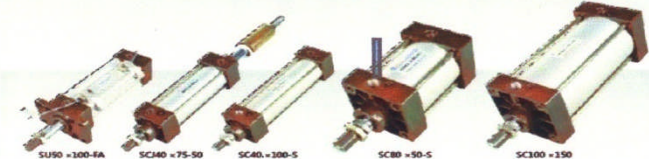
Diameter	Tekanan Kerja (bar)									
Piston	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(mm)	Kebutuhan udara (q) dalam liter/cm langkah									
6	0,0005	0,0008	0,0011	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030
12	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012
16	0,004	0,006	0,008	0,010	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022
25	0,010	0,014	0,019	0,024	0,029	0,033	0,038	0,043	0,048	0,052
35	0,019	0,028	0,038	0,047	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093	0,103
40	0,025	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,097	0,110	0,122	0,135
50	0,039	0,058	0,077	0,096	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210
70	0,076	0,113	0,150	0,187	0,225	0,262	0,299	0,335	0,374	0,411
100	0,155	0,231	0,307	0,383	0,459	0,535	0,611	0,687	0,763	0,839
140	0,303	0,452	0,601	0,750	0,899	1,048	1,197	1,346	1,495	1,644
200	0,618	0,923	1,227	1,531	1,835	2,139	2,443	2,747	3,052	3,356
250	0,966	1,441	1,916	2,392	2,867	3,342	3,817	4,292	4,768	5,243

Lampiran 7. Spesifikasi Silinder Pneumatik

SC / SU Series

Standard Cylinder

The way to automation



SU50 x100-FA SC40 x75-S0 SC40 x100-S SC80 x50-S SC100 x150

Ordering Code

SC	D	50	50	25	S	LB	MT
Series	Series Code	Bore	Stroke	Adjustable Stroke	Magnet	Mountings	Accessories
TC Tie rod type	Blank: Standard double acting	32			To With magnet	Blank: Basic mounting	RT-23 Type
		40			Blank: Without magnet	LB: Foot	
SU Profile type	D: Double-rod double acting	50				FA: Front Range	TC Bracket for switch
		63				FB: Rear Range	RT Bracket for switch
		80				CA: Rear Range	
		100				CB: Rear Range	
		125				TC-M: Center mounting	
		160					
		200					
		250					
		320					

Specification

Bore (mm)	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	320
Operation	Double Acting										
Working Medium	Air										
*Mountings	Basic: FA FB CA CB LB TC TC-M										
Operating Pressure Range	1 ~ 9.0 Kgf/cm ²										
Proof Pressure	13.5 Kgf/cm ²										
Operating Temperature Range	0 ~ 70 °C										
Operating Speed Range	50 ~ 800 mm/s										
Cushion	Adjustable Cushioning										
Adjustable Cushioning Stroke	20 mm			26 mm			45 mm	52 mm	66 mm		
Port Size	G 1/8"	G 1/4"	G 3/8"		G 1/2"			G 3/4"	G 1"		

*SCD, SCJ mountings: FA, FB, LB, TC and TC-M type.

Lampiran 8. Spesifikasi Konektor

Accessories

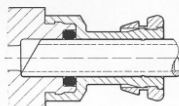
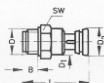
Quick push-pull connectors for PL, PP and PU plastic tubing and plastic-coated alloy tube PM

FESTO
PNEUMATIC

Quick push-pull connector Type CS...

These quick push-pull connectors can be used to assemble the plastic-coated alloy tube Type PM or plastic tubing Types PL, PP and PU simply and quickly.

Assembly: Insert tubing or alloy tube into tubing connection until the noticeable resistance of the sealing ring is overcome. Then slide in tube or plastic tubing as far as it will go. Slip locking ring over tubing connection.

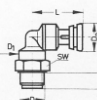


- ① Plastic tubing
- ② PL plastic tubing
- ③ PP plastic tubing
- ④ PM alloy tube

Accessories: See sheet 5.510

Order code		For tubing/ tube inside dia.	Connection D	Nominal size mm	Material	Weight kg	Dimensions				
Part No.	Type						B	D ₁	D ₂	L	SW
With metal connector and sealing ring											
5787	CS-M 5-PK-3	3	M 5	2.4	Steel/ plastic	0.004	3.5	—	10.5	31	8
5788	CS-M 5-PK-4	4/4	M 5	2.4	Aluminium/ plastic	0.005	3.5	—	11.5	31	10
10 100	CS-1/8-PK-3-B	3	G 1/8	3	- 0.95 to + 10 bar*	0.006	5	—	12.5	33	13
10 101	CS-1/8-PK-4-B	4/4	G 1/8	4		0.006	5	—	14	33	13
12 620	CK-1/8-PK-6	6/5.2	G 1/8	5.3		0.007	6.5	—	17	34.5	13
10 102	CS-1/4-PK-4-B	4/4	G 1/4	4		0.009	6.5	—	14	35	17
10 103	CS-1/4-PK-6	6/5.2	G 1/4	6	- 10 to + 60 °C	0.010	6.5	—	17	35	17
12 962	CS-1/4-PK-8	8	G 1/4	8		0.150	6.5	—	21	47	17
10 104	CS-3/8-PK-6	6/5.2	G 3/8	6		0.140	8.5	—	17	37	19
12 963	CS-3/8-PK-8	8	G 3/8	8		0.020	8.5	—	21	50	19
Plastic design											
5789	CS-1/8-PK-3-KU	3	G 1/8	3	Plastic with moulded-on sealing rim - 0.95 to + 10 bar*	0.004	6.5	14.2	12.5	32.4	13
5790	CS-1/8-PK-4-KU	4/4	G 1/8	4		0.004	6.5	14.2	14	32.4	13
5792	CS-1/4-PK-4-KU	4/4	G 1/4	4		0.005	8.5	14.2	14	34.5	17
6699	CS-1/4-PK-6-KU	6/5.2	G 1/4	6		0.005	8.5	16	17	35	17
6700	CS-3/8-PK-6-KU	6/5.2	G 3/8	6		0.007	10.5	16	17	37	19

* Suitable for frequent clamping and releasing of the plug-in connection



Quick push-pull elbow Type LCS...

Upper section can be swivelled through 360°



17

Order code		tubing/ tube inside Ø	Connection D	Nominal size mm	Material	Weight kg	Dimensions					
Part No.	Type						B	D ₁	D ₂	H	L	SW
With metal connector and sealing ring												
12 952	LCS-M5-PK-3	3	M5	3	Steel	0.01	3.5	—	12.5	21.8	26.4	10
13 688	LCS-M5-PK-4	4/4	M5	4	plastic	0.01	3.5	—	14	21.8	26.4	10
10 105	LCS-1/8-PK-3	3	G 1/8	3	Aluminum/ plastic	0.008	5	—	12.5	20	26.5	13
10 106	LCS-1/8-PK-4	4/4	G 1/8	4		0.008	5	—	14	20	26.5	13
12 621	LCS-1/8-PK-6	6/5.2	G 1/8	5.3	0.95 to +10 bar*	0.008	5	—	17	23.1	27.9	13
10 107	LCS-1/4-PK-4	4/4	G 1/4	4		0.012	6.5	—	14	21	26.5	17
10 108	LCS-1/4-PK-6	6/5.2	G 1/4	6		0.014	6.5	—	17	22.5	28	17
12 964	LCS-1/4-PK-8	8	G 1/4	8		0.025	6.5	—	21	31.2	40	17
10 109	LCS-3/8-PK-6	6/5.2	G 3/8	6	-10 to +60 °C	0.017	8.5	—	17	22.5	28	19
12 965	LCS-3/8-PK-8	8	G 3/8	8		0.028	8.5	—	21	32	40	19
Plastic design												
9618	LCS-1/8-PK-3-KU	3	G 1/8	3	Plastic with moulded-on sealing rim -0.95 to +10 bar*	0.005	6.5	14.2	12.5	18.5	26.3	13
6833	LCS-1/8-PK-4-KU	4/4	G 1/8	4		0.005	6.5	14.2	14	18.5	26.3	13
6835	LCS-1/4-PK-4-KU	4/4	G 1/4	4		0.007	8.5	14.2	14	18.7	26.3	17
6836	LCS-1/4-PK-6-KU	6/5.2	G 1/4	6		0.008	8.5	16	17	20.2	27.8	17
9619	LCS-3/8-PK-6-KU	6/5.2	G 3/8	6		0.011	10.5	16	17	20.3	27.8	19

* Pressure range for nominal size 8 mm: -0.95 to +7 bar

Subject to change

6.120

Lampiran 9.Spesifikasi Valve Pneumatik

4V400 Series

Solenoid Valve, Air Piloted Valve



JELPC®

The way to automation



Ordering Code

4V	4	10	15	B	AC220V	W	F
4V 5/2W way solenoid valve	400 Series	5/2 Single coil	5/2 Double coil	15 1/2"	Barb Threaded	DC12V DC24V	AC110V 50Hz/60Hz
4A 5/2W way air pilot valve		30C Mid-position closed	30B Mid-position vented	30P Mid-position open	8 1/2" Sub-piloted mounted (for 5/2 1/2" way only)	AC110V 50Hz/60Hz	AC220V 50Hz/60Hz
4V 3/2 way solenoid valve					AC110V 50Hz/60Hz	AC220V 50Hz/60Hz	AC110V 50Hz/60Hz
4A 3/2 way air pilot valve							

Specification

Model	4V410-15	4V420-15	4V430C-15	4V430B-15	4V430P-15
	4A410-15	4A420-15	4A430C-15	4A430B-15	4A430P-15
Valve Type	5/2 Way			5/3 Way	
Effective Cross Section Area	50 mm ² (CV=2.79)			30 mm ² (CV=1.68)	
Model	4V410-15	4V420-15	4V430-15	4V430P-15	4A420-15
Valve Type	5/2 Way				
Effective Cross Section Area	50mm ² (CV=2.79)				
Port Size	Inlet, Outlet, Exhaust Port = G1/2"				
Working Medium	40 Micron Filtered Air				
Operation	Internal piloted				
Working pressure	0.15 – 0.8 MPa				
Max. Test Pressure	1.2 MPa				
Ambient Temperature	5 – 50 °C				
Operating Voltage Tolerance	± 10%				
Power Consumption	AC: 5.5 VA DC: 4.8 W				
Connector Protection	F Class, IP 65				
Wiring / Connector	Cable / Lead Wire or DIN Connector				
Switching Frequency	5 Cycles / Sec.				
Response Time	0.05 Sec.				

Lampiran 10.Spesifikasi Air Service Unit

[illegible]

Lampiran 12. Spesifikasi Pipa Saluran Pneumatik

SMC Offers a Rainbow of "Standard" color choices

TIUB 05 BU-33			
Polyurethane Tubing		Length per roll	
Size	Tube size	Symbol	Roll size
61	1/8"	29	66 ft.
62	3/16"	35	100 ft.
67	1/4"	189	100 ft.
68	5/16"	309	1000 ft.
69	3/8"	609	1640 ft.
71	1/2"		
72	5/8"		

See Color Chart Below.

1/8", 3/16", 1/4"
Longer lengths available upon request.

 | TU 0425 BU-20 | | | | |---------------------|-------------|-----------------|-----------| | Polyurethane Tubing | | Length per roll | | | Size | Tube size | Symbol | Roll size | | 64 | 4mm (5/32") | 29 | 20m | | 64B | 4mm (5/32") | 35 | 100 ft. | | 64C | 4mm (5/32") | 189 | 100 ft. | | 64D | 4mm (5/32") | 309 | 1000 ft. | | 64E | 4mm (5/32") | 609 | 1640 ft. | | 64F | 4mm (5/32") | | | | 64G | 4mm (5/32") | | | | 64H | 4mm (5/32") | | | | 64I | 4mm (5/32") | | | | 64J | 4mm (5/32") | | | | 64K | 4mm (5/32") | | | | 64L | 4mm (5/32") | | | | 64M | 4mm (5/32") | | | | 64N | 4mm (5/32") | | | | 64O | 4mm (5/32") | | | | 64P | 4mm (5/32") | | | | 64Q | 4mm (5/32") | | | | 64R | 4mm (5/32") | | | | 64S | 4mm (5/32") | | | | 64T | 4mm (5/32") | | | | 64U | 4mm (5/32") | | | | 64V | 4mm (5/32") | | | | 64W | 4mm (5/32") | | | | 64X | 4mm (5/32") | | | | 64Y | 4mm (5/32") | | | | 64Z | 4mm (5/32") | | | | 64AA | 4mm (5/32") | | | | 64AB | 4mm (5/32") | | | | 64AC | 4mm (5/32") | | | | 64AD | 4mm (5/32") | | | | 64AE | 4mm (5/32") | | | | 64AF | 4mm (5/32") | | | | 64AG | 4mm (5/32") | | | | 64AH | 4mm (5/32") | | | | 64AI | 4mm (5/32") | | | | 64AJ | 4mm (5/32") | | | | 64AK | 4mm (5/32") | | | | 64AL | 4mm (5/32") | | | | 64AM | 4mm (5/32") | | | | 64AN | 4mm (5/32") | | | | 64AO | 4mm (5/32") | | | | 64AP | 4mm (5/32") | | | | 64AQ | 4mm (5/32") | | | | 64AR | 4mm (5/32") | | | | 64AS | 4mm (5/32") | | | | 64AT | 4mm (5/32") | | | | 64AU | 4mm (5/32") | | | | 64AV | 4mm (5/32") | | | | 64AW | 4mm (5/32") | | | | 64AX | 4mm (5/32") | | | | 64AY | 4mm (5/32") | | | | 64AZ | 4mm (5/32") | | | | 64BA | 4mm (5/32") | | | | 64BB | 4mm (5/32") | | | | 64BC | 4mm (5/32") | | | | 64BD | 4mm (5/32") | | | | 64BE | 4mm (5/32") | | | | 64BF | 4mm (5/32") | | | | 64BG | 4mm (5/32") | | | | 64BH | 4mm (5/32") | | | | 64BI | 4mm (5/32") | | | | 64BJ | 4mm (5/32") | | | | 64BK | 4mm (5/32") | | | | 64BL | 4mm (5/32") | | | | 64BM | 4mm (5/32") | | | | 64BN | 4mm (5/32") | | | | 64BO | 4mm (5/32") | | | | 64BP | 4mm (5/32") | | | | 64BQ | 4mm (5/32") | | | | 64BR | 4mm (5/32") | | | | 64BS | 4mm (5/32") | | | | 64BT | 4mm (5/32") | | | | 64BU | 4mm (5/32") | | | | 64BV | 4mm (5/32") | | | | 64BW | 4mm (5/32") | | | | 64BX | 4mm (5/32") | | | | 64BY | 4mm (5/32") | | | | 64BZ | 4mm (5/32") | | | | 64CA | 4mm (5/32") | | | | 64CB | 4mm (5/32") | | | | 64CC | 4mm (5/32") | | | | 64CD | 4mm (5/32") | | | | 64CE | 4mm (5/32") | | | | 64CF | 4mm (5/32") | | | | 64CG | 4mm (5/32") | | | | 64CH | 4mm (5/32") | | | | 64CI | 4mm (5/32") | | | | 64CJ | 4mm (5/32") | | | | 64CK | 4mm (5/32") | | | | 64CL | 4mm (5/32") | | | | 64CM | 4mm (5/32") | | | | 64CN | 4mm (5/32") | | | | 64CO | 4mm (5/32") | | | | 64CP | 4mm (5/32") | | | | 64CQ | 4mm (5/32") | | | | 64CR | 4mm (5/32") | | | | 64CS | 4mm (5/32") | | | | 64CT | 4mm (5/32") | | | | 64CU | 4mm (5/32") | | | | 64CV | 4mm (5/32") | | | | 64CW | 4mm (5/32") | | | | 64CX | 4mm (5/32") | | | | 64CY | 4mm (5/32") | | | | 64CZ | 4mm (5/32") | | | | 64DA | 4mm (5/32") | | | | 64DB | 4mm (5/32") | | | | 64DC | 4mm (5/32") | | | | 64DD | 4mm (5/32") | | | | 64DE | 4mm (5/32") | | | | 64DF | 4mm (5/32") | | | | 64DG | 4mm (5/32") | | | | 64DH | 4mm (5/32") | | | | 64DI | 4mm (5/32") | | | | 64DJ | 4mm (5/32") | | | | 64DK | 4mm (5/32") | | | | 64DL | 4mm (5/32") | | | | 64DM | 4mm (5/32") | | | | 64DN | 4mm (5/32") | | | | 64DO | 4mm (5/32") | | | | 64DP | 4mm (5/32") | | | | 64DQ | 4mm (5/32") | | | | 64DR | 4mm (5/32") | | | | 64DS | 4mm (5/32") | | | | 64DT | 4mm (5/32") | | | | 64DU | 4mm (5/32") | | | | 64DV | 4mm (5/32") | | | | 64DW | 4mm (5/32") | | | | 64DX | 4mm (5/32") | | | | 64DY | 4mm (5/32") | | | | 64DZ | 4mm (5/32") | | | | 64EA | 4mm (5/32") | | | | 64EB | 4mm (5/32") | | | | 64EC | 4mm (5/32") | | | | 64ED | 4mm (5/32") | | | | 64EE | 4mm (5/32") | | | | 64EF | 4mm (5/32") | | | | 64EG | 4mm (5/32") | | | | 64EH | 4mm (5/32") | | | | 64EI | 4mm (5/32") | | | | 64EJ | 4mm (5/32") | | | | 64EK | 4mm (5/32") | | | | 64EL | 4mm (5/32") | | | | 64EM | 4mm (5/32") | | | | 64EN | 4mm (5/32") | | | | 64EO | 4mm (5/32") | | | | 64EP | 4mm (5/32") | | | | 64EQ | 4mm (5/32") | | | | 64ER | 4mm (5/32") | | | | 64ES | 4mm (5/32") | | | | 64ET | 4mm (5/32") | | | | 64EU | 4mm (5/32") | | | | 64EV | 4mm (5/32") | | | | 64EW | 4mm (5/32") | | | | 64EX | 4mm (5/32") | | | | 64EY | 4mm (5/32") | | | | 64EZ | 4mm (5/32") | | | | 64FA | 4mm (5/32") | | | | 64FB | 4mm (5/32") | | | | 64FC | 4mm (5/32") | | | | 64FD | 4mm (5/32") | | | | 64FE | 4mm (5/32") | | | | 64FF | 4mm (5/32") | | | | 64FG | 4mm (5/32") | | | | 64FH | 4mm (5/32") | | | | 64FI | 4mm (5/32") | | | | 64FJ | 4mm (5/32") | | | | 64FK | 4mm (5/32") | | | | 64FL | 4mm (5/32") | | | | 64FM | 4mm (5/32") | | | | 64FN | 4mm (5/32") | | | | 64FO | 4mm (5/32") | | | | 64FP | 4mm (5/32") | | | | 64FQ | 4mm (5/32") | | | | 64FR | 4mm (5/32") | | | | 64FS | 4mm (5/32") | | | | 64FT | 4mm (5/32") | | | | 64FU | 4mm (5/32") | | | | 64FV | 4mm (5/32") | | | | 64FW | 4mm (5/32") | | | | 64FX | 4mm (5/32") | | | | 64FY | 4mm (5/32") | | | | 64FZ | 4mm (5/32") | | | | 64GA | 4mm (5/32") | | | | 64GB | 4mm (5/32") | | | | 64GC | 4mm (5/32") | | | | 64GD | 4mm (5/32") | | | | 64GE | 4mm (5/32") | | | | 64GF | 4mm (5/32") | | | | 64GG | 4mm (5/32") | | | | 64GH | 4mm (5/32") | | | | 64GI | 4mm (5/32") | | | | 64GJ | 4mm (5/32") | | | | 64GK | 4mm (5/32") | | | | 64GL | 4mm (5/32") | | | | 64GM | 4mm (5/32") | | | | 64GN | 4mm (5/32") | | | | 64GO | 4mm (5/32") | | | | 64GP | 4mm (5/32") | | | | 64GQ | 4mm (5/32") | | | | 64GR | 4mm (5/32") | | | | 64GS | 4mm (5/32") | | | | 64GT | 4mm (5/32") | | | | 64GU | 4mm (5/32") | | | | 64GV | 4mm (5/32") | | | | 64GW | 4mm (5/32") | | | | 64GX | 4mm (5/32") | | | | 64GY | 4mm (5/32") | | | | 64GZ | 4mm (5/32") | | | | 64HA | 4mm (5/32") | | | | 64HB | 4mm (5/32") | | | | 64HC | 4mm (5/32") | | | | 64HD | 4mm (5/32") | | | | 64HE | 4mm (5/32") | | | | 64HF | 4mm (5/32") | | | | 64HG | 4mm (5/32") | | | | 64HH | 4mm (5/32") | | | | 64HI | 4mm (5/32") | | | | 64HJ | 4mm (5/32") | | | | 64HK | 4mm (5/32") | | | | 64HL | 4mm (5/32") | | | | 64HM | 4mm (5/32") | | | | 64HN | 4mm (5/32") | | | | 64HO | 4mm (5/32") | | | | 64HP | 4mm (5/32") | | | | 64HQ | 4mm (5/32") | | | | 64HR | 4mm (5/32") | | | | 64HS | 4mm (5/32") | | | | 64HT | 4mm (5/32") | | | | 64HU | 4mm (5/32") | | | | 64HV | 4mm (5/32") | | | | 64HW | 4mm (5/32") | | | | 64HX | 4mm (5/32") | | | | 64HY | 4mm (5/32") | | | | 64HZ | 4mm (5/32") | | | | 64IA | 4mm (5/32") | | | | 64IB | 4mm (5/32") | | | | 64IC | 4mm (5/32") | | | | 64ID | 4mm (5/32") | | | | 64IE | 4mm (5/32") | | | | 64IF | 4mm (5/32") | | | | 64IG | 4mm (5/32") | | | | 64IH | 4mm (5/32") | | | | 64II | 4mm (5/32") | | | | 64IJ | 4mm (5/32") | | | | 64IK | 4mm (5/32") | | | | 64IL | 4mm (5/32") | | | | 64IM | 4mm (5/32") | | | | 64IN | 4mm (5/32") | | | | 64IO | 4mm (5/32") | | | | 64IP | 4mm (5/32") | | | | 64IQ | 4mm (5/32") | | | | 64IR | 4mm (5/32") | | | | 64IS | 4mm (5/32") | | | | 64IT | 4mm (5/32") | | | | 64IU | 4mm (5/32") | | | | 64IV | 4mm (5/32") | | | | 64IW | 4mm (5/32") | | | | 64IX | 4mm (5/32") | | | | 64IY | 4mm (5/32") | | | | 64IZ | 4mm (5/32") | | | | 64JA | 4mm (5/32") | | | | 64JB | 4mm (5/32") | | | | 64JC | 4mm (5/32") | | | | 64JD | 4mm (5/32") | | | | 64JE | 4mm (5/32") | | | | 64JF | 4mm (5/32") | | | | 64JG | 4mm (5/32") | | | | 64JH | 4mm (5/32") | | | | 64JI | 4mm (5/32") | | | | 64JJ | 4mm (5/32") | | | | 64JK | 4mm (5/32") | | | | 64JL | 4mm (5/32") | | | | 64JM | 4mm (5/32") | | | | 64JN | 4mm (5/32") | | | | 64JO | 4mm (5/32") | | | | 64JP | 4mm (5/32") | | | | 64JQ | 4mm (5/32") | | | | 64JR | 4mm (5/32") | | | | 64JS | 4mm (5/32") | | | | 64JT | 4mm (5/32") | | | | 64JU | 4mm (5/32") | | | | 64JV | 4mm (5/32") | | | | 64JW | 4mm (5/32") | | | | 64JX | 4mm (5/32") | | | | 64JY | 4mm (5/32") | | | | 64JZ | 4mm (5/32") | | | | 64KA | 4mm (5/32") | | | | 64KB | 4mm (5/32") | | | | 64KC | 4mm (5/32") | | | | 64KD | 4mm (5/32") | | | | 64KE | 4mm (5/32") | | | | 64KF | 4mm (5/32") | | | | 64KG | 4mm (5/32") | | | | 64KH | 4mm (5/32") | | | | 64KI | 4mm (5/32") | | | | 64KJ | 4mm (5/32") | | | | 64KK | 4mm (5/32") | | | | 64KL | 4mm (5/32") | | | | 64KM | 4mm (5/32") | | | | 64KN | 4mm (5/32") | | | | 64KO | 4mm (5/32") | | | | 64KP | 4mm (5/32") | | | | 64KQ | 4mm (5/32") | | | | 64KR | 4mm (5/32") | | | | 64KS | 4mm (5/32") | | | | 64KT | 4mm (5/32") | | | | 64KU | 4mm (5/32") | | | | 64KV | 4mm (5/32") | | | | 64KW | 4mm (5/32") | | | | 64KX | 4mm (5/32") | | | | 64KY | 4mm (5/32") | | | | 64KZ | 4mm (5/32") | | | | 64LA | 4mm (5/32") | | | | 64LB | 4mm (5/32") | | | | 64LC | 4mm (5/32") | | | | 64LD | 4mm (5/32") | | | | 64LE | 4mm (5/32") | | | | 64LF | 4mm (5/32") | | | | 64LG | 4mm (5/32") | | | | 64LH | 4mm (5/32") | | | | 64LI | 4mm (5/32") | | | | 64LJ | 4mm (5/32") | | | | 64LK | 4mm (5/32") | | | | 64LL | 4mm (5/32") | | | | 64LM | 4mm (5/32") | | | | 64LN | 4mm (5/32") | | | | 64LO | 4mm (5/32") | | | | 64LP | 4mm (5/32") | | | | 64LQ | 4mm (5/32") | | | | 64LR | 4mm (5/32") | | | | 64LS | 4mm (5/32") | | | |



BIODATA PENULIS

Viwaldi Iqbal Ashar

10 211400010008

Penulis lahir di Surabaya, 5 Desember 1996 merupakan anak pertama dari tiga bersaudara.

Penulis telah menempuh pendidikan di SDN Benowo I, SMP Muhammadiyah 14 Surabaya, SMK Dharma Bahari Surabaya, kemudian melanjutkan ke Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengambil jurusan DIII Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-Disnakertansduk. Selama kuliah, penulis pernah mengikuti Pra-FMD di puslatpur Purbaya, Pra-TD,.Penulis pernah melaksanakan On The Job Training di PT PAL Indonesia.

Email : viwaldiiqbal@gmail.com



BIODATA PENULIS
Adi Bayu Ramadhan
10 2114 0001 0015

Penulis lahir di Surabaya, 20 Januari 1996 merupakan anak keempat dari empat bersaudara.

Penulis telah menempuh pendidikan di SDN NGAGEL REJO II Surabaya, SMP Ipiems Surabaya dan SMA Ipiems Surabaya, kemudian melanjutkan ke Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengambil jurusan DIII Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-Disnakertansduk. Selama kuliah, penulis pernah mengikuti Pra-FMD di puslatpur Purbaya, Pra-TD. Penulis pernah melaksanakan On The Job Training di PDAM SURYA SEMBADA SURABAYA

Email : adibayur96@gmail.com